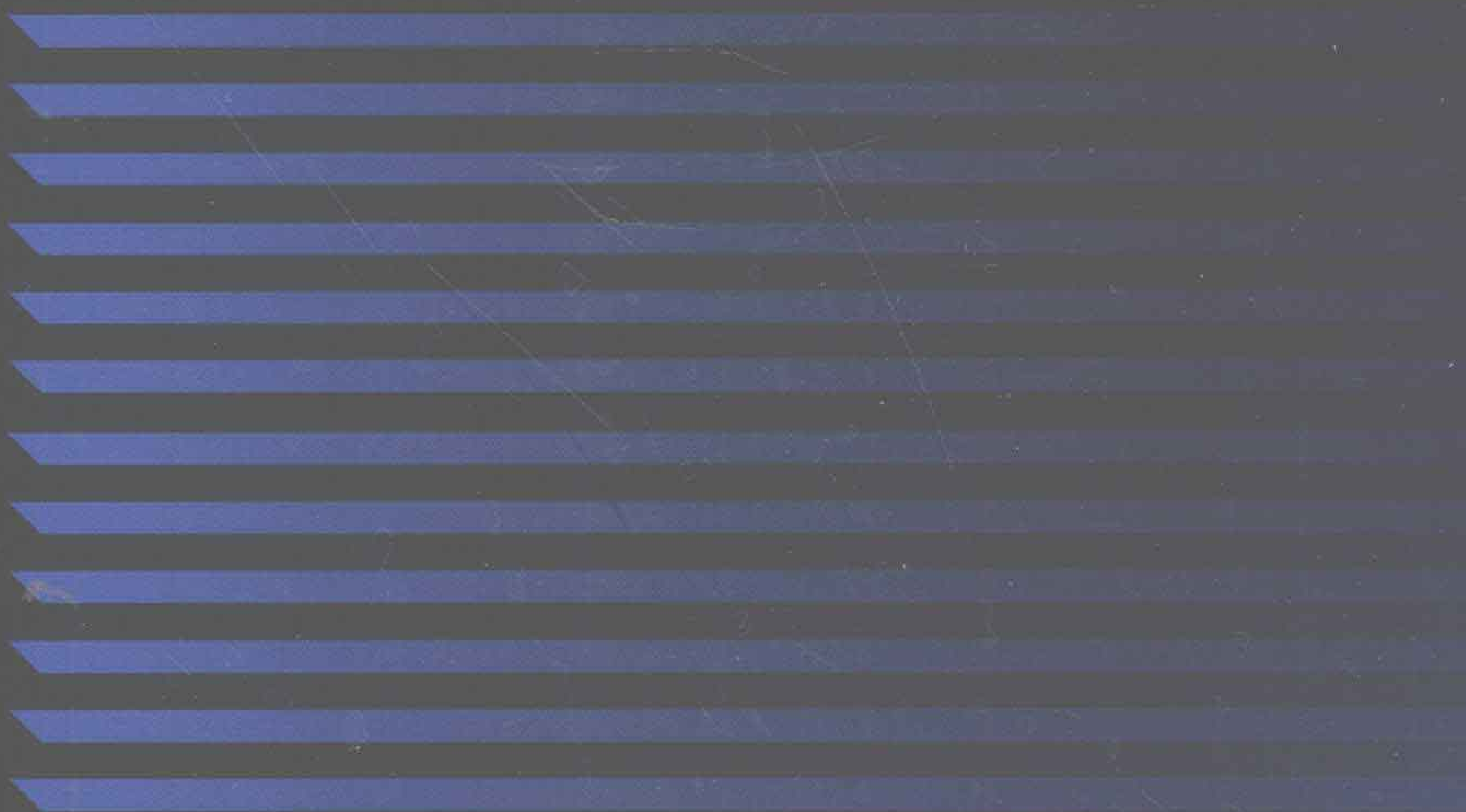
YR 语/言/与/认/知/译/丛

# COGNITION IN THE WILD

# 荒野中的认知


◎〔美〕E. 哈钦斯　著
于小涵　严　密　译
李恒威　校



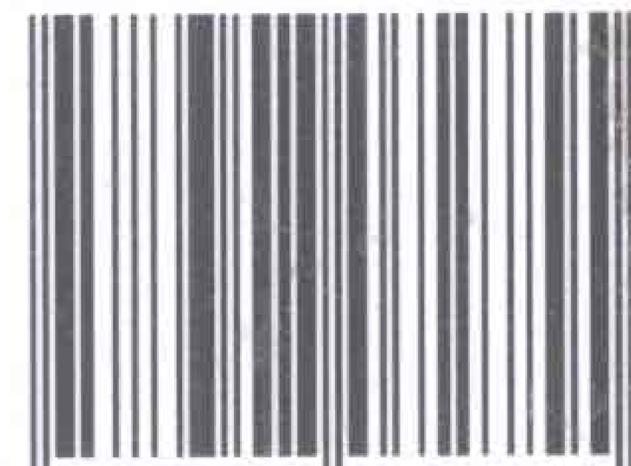
ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

# COGNITION IN THE WILD

哈钦斯结合其人类学家和公海竞技海员（open–ocean racing sailor）的背景，将人类学方法与认知理论相结合，从而对认知科学提出了一种新的解读。他的理论性洞悉是以其对航海导航的扩展分析为基础的，包括计算基础、历史根源、社会组织关系以及大型船只导航实践的执行细节。在实验室之外的文化构成活动（即“荒野中”）中，该解读形成了一种与众不同的跨学科的认知研究。

哈钦斯考察了心理学与人类学之间的一系列现象，揭示了文化与认知之间的新关系。他的结论阐明了忽视认知的文化本性的代价，指出了当代认知科学能通过新的意义和解释而发生转变的方式。

ISBN 978-7-308-07275-5



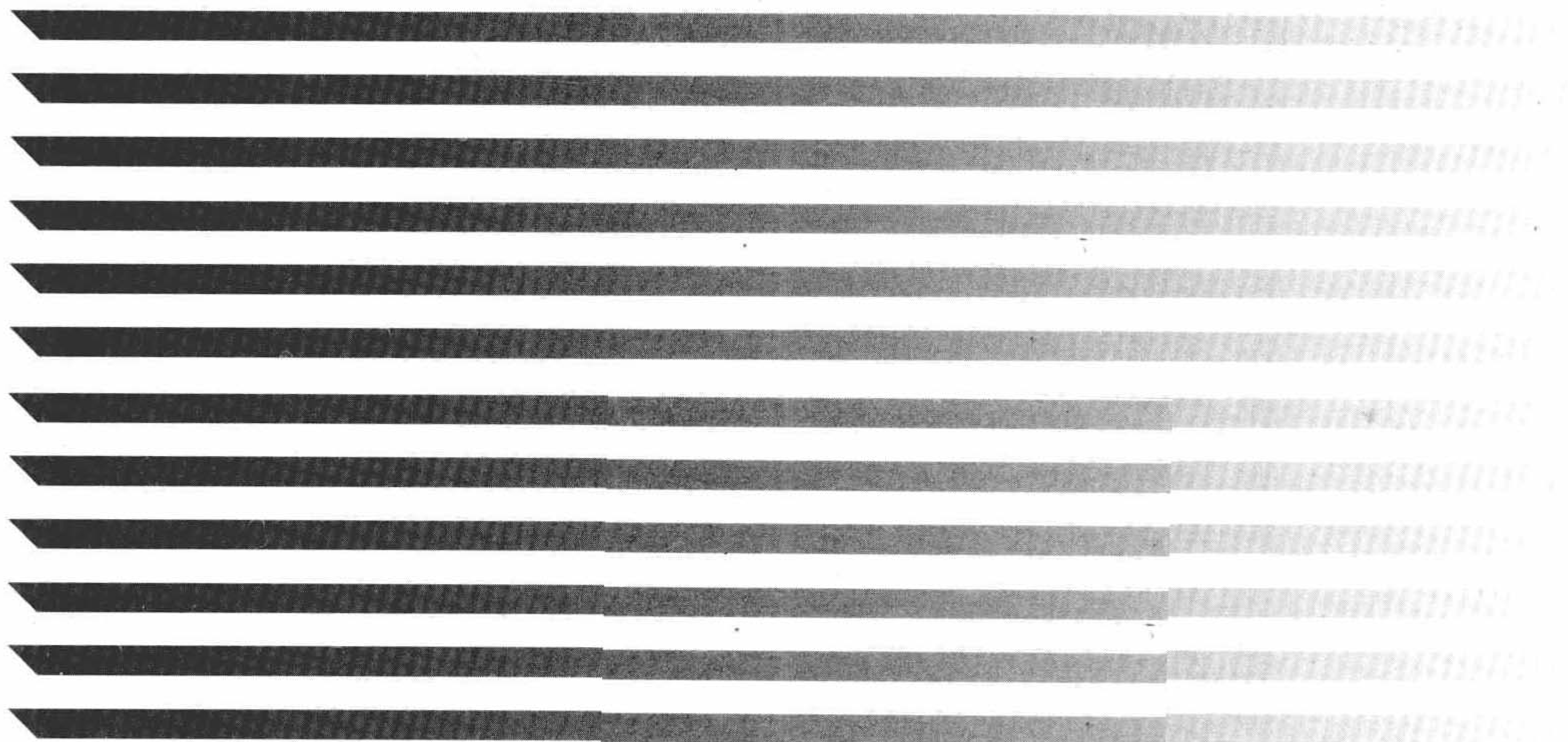
定价：48.00元


语/言/与/认/知/译/从 黄华新 盛晓明 主编

# COGNITION IN THE WILD

# 荒野中的认知

◎〔美〕E. 哈钦斯 著
于小涵 严 密 译
李恒威 校




ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

荒野中的认知 / (美)E.哈钦斯著;于小涵,严密译.
—杭州:浙江大学出版社,2010.12
(语言与认知译丛)
书名原文:Cognition in the Wild
ISBN 978-7-308-07275-5

Ⅰ.①荒… Ⅱ.①哈… ②于… ③严… Ⅲ.①认知科学—研究 Ⅳ.①B842.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 216973 号

浙江省版权局著作权合同登记图字:11—2008—53 号

Translation from the English language edition:

Cognition in the Wild

By Edwin Hutchins



**荒野中的认知**

**Cognition in the Wild**

[美]E.哈钦斯 **著** 于小涵 严 密 **译** 李恒威 **校**

| | |
|---|---|
| **策　　划** | 曾建林 |
| **责任编辑** | 田　华 |
| **封面设计** | 刘依群 |
| **出版发行** | 浙江大学出版社<br>(杭州市天目山路148号　邮政编码310007)<br>(网址:http://www.zjupress.com) |
| **排　　版** | 杭州中大图文设计有限公司 |
| **印　　刷** | 临安市曙光印务有限公司 |
| **开　　本** | 710mm×1000mm　1/16 |
| **印　　张** | 20.25 |
| **字　　数** | 370千 |
| **版 印 次** | 2010年12月第1版　2010年12月第1次印刷 |
| **书　　号** | ISBN 978-7-308-07275-5 |
| **定　　价** | 48.00元 |



浙江大学出版社发行部邮购电话　(0571)88925591

# 目 录

# 1 扬帆出海

## 1.1 叙述：一个危机

在海上行驶了几天之后，美国 Palau 号船开始向港口返回，在圣地亚哥 1
海港（San Diego Harbor）的入口处，舰船以大约 10 节（航速和流速单位，1 节＝1 海里/小时）的速度航行在巴拉斯特尖岬（Ballast Point）和北岛（North Island）的狭窄航道间。在飞行甲板上的导航桥楼或驾驶桥楼里，一个初级船员（junior officer）正在导航员（navigator）的指导下驾船（也就是正在掌舵）。船长安静地坐在导航桥楼左舷的椅子上，注视着导航团队的工作。在海港入口处进行两小时令人疲惫的工程训练期间，导航桥楼的士气有点低落，现在舰船驶向港口，士气又高涨起来。有些船员在谈论上岸后去哪里用晚餐，并且开玩笑说要以每小时 15 海里的速度驶向码头，这样他们就可以在黄昏前下船了。

方位记录员（bearing recorder）刚刚发出"在测标 38 停止"的命令，回声测深仪操作员（fathometer operator）也报告了船下水深。此刻，对讲机里传出值班轮机员（engineer of the watch）的声音："桥楼，主控制。我没看到蒸汽鼓（steam drum）的压力。没有明显的原因。我正在关闭节流阀。"指挥官（conning officer）迅速拿起对讲机答复道："是的，关闭节流阀。"导航员走到船长的椅子旁，重复道："船长，引擎正在失去压力，锅炉没有明显迹象。"可能指挥官意识到压力的失去会影响舰船的驾驶，他命令把船舵指向舰船中部。此时舵手（helmsman）正在旋转罗盘使方向舵角指示器转向中心线，他

回答指挥官道："方向舵在舰船中部，长官。"船长开始讲话，"注意，"但是由于轮机员背靠着对讲机，这时在他的声音中混杂着警报的声音，所以船长说得很快，几乎是在叫喊："桥楼，主控室，我现在将关闭二号锅炉。建议抛锚。"因为对讲机的噪声，船长在讲话中间停顿了一下，但是在轮机员复述完他的话之前，他以大声而冷静的语气说："通报水手长(bosun)。"在大型轮船的标准程序中，船上必须备有一个准备下抛的锚，以防舰船在狭窄的水道中失去机动能力。随着推进力的加强，站在船员旁边准备抛锚的水手长收到了准备行动的命令。船长的降调式命令包含着某种放弃或可能厌倦的意味，从而使其听起来完全是例行常规的。

事实上，该情况绝不是常规。偶尔的爆裂声、嘀嘀咕咕的诅咒声，或者一件在寒春下午被汗水浸泡的衬衣都体现了真实的情况：Palau 号并不完全被掌控着，这一进程甚至可能将生命置于危困之境。

这一事件即将到来的后果如同可能的坟墓一般。虽然船员反应正确，但大部分蒸汽的丧失使舰船面临险境。没有蒸汽，就不能倒转推进器——这是使大船减速的唯一有效的方式。尽管海水对船体的摩擦力最终也会减缓船速，但在停止之前 Palau 号还将滑行几英里。轮机员提出抛锚的建议并不合适。因为舰船仍在以高速航行，唯一可行的选择是努力把舰船保持在海峡与海岸间的深水区，直到船速明显减缓再安全抛锚。

在通报蒸汽压丧失的 40 秒内，蒸汽鼓的声音渐渐消失。所有蒸汽涡轮机组的机器都停止了运转，包括提供舰船电力的涡轮发生器。全船的电能都丧失了，没有紧急备电的所有电力设备也停止了运行。导航桥楼的高音警报回响了几秒钟，发出某个设备电压不足的信号。随即导航桥楼陷入一片可怕的寂静，雷达的电动机和其他装置也停止了旋转。就在驾驶桥楼之外，左翼罗盘操作员(port wing pelorus operator)注视着猛烈摇动的回转罗盘卡片，并把它拨回到初始航向。他对站在海图桌旁的方位记录员说："约翰，这个回转仪已经转疯了。"方位记录员承认了这一点，并告诉罗盘操作员正在出现故障："是啊，我知道，我知道，我们遇到点意外了。"

由于主要的掌舵齿轮由电动机发动，现在不仅没有办法阻止舰船仍然以相当快的速度向前航行，也没有办法迅速改变方向舵的角度。虽然方向舵确实会配备一个后备的手动操纵系统，位于轮船尾部被称为后舵的隔间里，是一个由两人操作的脚踏曲柄涡轮装置。但是，即使由强壮的男性来费力地操作，也仅仅只能非常缓慢地改变又大又重的方向舵的角度。

能量丧失不久，船长对船上最有经验的导航员说："好吧，加图尔(Gator)，我需要你来掌舵。"导航员答道："是，长官。"他离开船长身边，宣布：

"导航桥楼注意，我是导航员。由我掌舵。"作为回答，值班军需官告之收到("是，军需官")，舵手报告道："长官，我的方向舵指向船中部。"导航员站在船头观察了一番，试图探测出任何旋回运动(turning motion)。他回答舵手："很好，方向舵向右 5 度。"在舵手回应前，导航员又增加了所命令的角度："方向舵向右 10 度。"(舵位上的舵角指示器有两个部分：一个显示命令的舵角，另一个显示实际的舵角。)舵手转动轮盘，使舵角的指示器移到向右 10 度，但是实际舵角的指示器似乎根本未动。"长官，没有角度，"他报告道。

与此同时，站在曲柄上操作的船员正在尽力使方向舵指向所要求的角度。指挥官没有直接控制舵轮，他接到了舵手的报告并试图通过桥楼上的话务员与后舵的船员取得联系："很好，后舵，桥楼。"导航员随后转向舵手并说道："让我看看你是否转回来了?"话音未落，舵手答复道："我把它转回来了，长官。"当导航员接到报告时，舰船正驶在海峡的右侧，但是离需要的左侧航程还有很远的距离。"很好，把舵角增加到右侧 15 度。""是的，长官，舵角现在是右侧 15 度。没有新的航线。"导航员点头说道："很好。"然后，他环顾船头，低声说道："快啊，妈的，转啊!"正在此时，右舷罗盘操作员在电话线路里说道："约翰，看上去我们要撞上这儿的浮标了。"一直在关注海图的方位记录员没有听清楚。"重复一遍。"他要求道。右舷船翼罗盘操作员从平台的栏杆处弯下身子，来观察下面经过的浮标。浮标在船侧快速地移动着，离船体只有几英尺的距离。看到 Palau 号并不会撞上它，右舷船翼罗盘操作员说了声"没事"就结束了通话。而舰船里面的人永远都不会知道他们曾经有多么接近那个浮标。接下来几个舵令的回答都是"长官，没有舵角"。当船长问导航员情况进展如何时，出于他们曾经有作为直升机飞行员的共同背景，导航员妙答道："这是我第一次在螺旋桨停转的情况下驾船，船长。"(螺旋桨停转指的是飞机在引擎熄火的情况下飞行)驾驶舰船需要对角度转率有很好的判断。即使舵轮反应迅速，也仍然在从舵令下达到舵角改变并检测到船头相对远处物体的移动之间有相当大的迟延。在操作该手动系统的过程中，导航员并不会随时知道实际的舵角，也不清楚命令需要多长时间才能产生效果。因为舵角的反应时间是如此缓慢，导航员下达了转向比以往更大角度的命令，这使得 Palau 号不规律地从海峡的一侧到另一侧摇摆着前行。

4

在 3 分钟之内，后备柴油发电机产生了电流，恢复了全船重要系统的电力。舵角的控制也部分地恢复了，但在剩下的 4 分钟里工作仍是断断续续的。尽管速度仍不能控制，但至少舰船可以待在有疏浚功能的狭窄海峡间。在危机后开始减速的 15 分钟内，可以估计出 Palau 号何时何地将足够缓慢

地行驶然后抛锚。于是导航员驾船驶向选定的地点。

离预期的抛锚地点还有 500 码时，一艘帆船的航线将与 Palau 号交叉。通常情况下，Palau 号将会用它那巨大的汽笛鸣笛五声表示不允许其他舰船的行驶。但是，Palau 号的汽笛是由蒸汽传动的，没有气压就没有声音。导航桥楼的装置中有一个手动的小雾号，它由踏板泵发动，有一个簧片和一个铃铛。导航员想到了这个装置，就命令航海日志保管员（deck log keeper）离 5 开岗位，去找出这个手动雾号，然后到两层下的飞行甲板上探出船舷，用雾号发出五下警告信号。航海日志保管员跑向导航桥楼，拿着对讲机以保持与桥楼的联系。船长抓着飞行甲板公众对话系统的扩音器，说道："你们在飞行甲板上能听到吗？"甲板下的船员都转过身来，并向导航桥楼挥手。"有艘帆船横越船头，我不是……我没有动力。你们要自己冒风险交叉过去。我没有动力了。"这时，帆船船体在 Palau 号船头下消失了，在导航桥楼能看到的只有它的风帆。站在飞行甲板前台的船员跑去船头观察即将发生的碰撞。与此同时，航海日志保管员跑下两层台阶，在甲板的船岛上出现，他开始快速跑过甲板船岛与船头之间约 100 码的距离。在跑到一半距离的时候，可以清楚地看出，到达船头时再吹号已经没有意义了。导航员向一个拿着对讲机的初级船员说："告诉他把活塞放下并吹五下。"消息传达过去后，在甲板中部传来了五下微弱的号声。但无法知道该信号是否被帆船收到，帆船现在正位于 Palau 号的前方，而且是如此接近以至于在导航桥楼只能看到它的桅杆顶。几秒钟后，帆船从右舷船头出现了，仍在航行着。航海日志保管员继续跑向船头，占据一个适当的位置以便在需要时发出其他警告。

在引擎发生故障 25 分钟之后，距事发地点 2 公里之外的地方，Palau 号在海峡外侧有宽敞水域的预期地点抛锚。

Palau 号安全抵达锚地很大程度上归功于船员杰出的驾驶技术，特别是导航员。但是桥楼上没有一个人是单独行动的，无论船长，还是导航员，抑或管理海军队伍的首席军需官，都不能使舰船处于控制之中并让它安全停泊。执行这一任务需要许多类型的思考。有些是平行的，有些是彼此协调的，有些存在于个人的头脑中，有些则非常清晰地存于参与者头脑的内部与外部。

本书描述了上述事件及其所发生的系统类型。它与人类的认知有关——特别是人类在环境中的认知，在环境中个体所遇到的问题和解决办 6 法都是由文化建构的，而且没有人能够独立作出对社会有用的成果。

作为一个民族志的学者，我将马上在该领域中开始三段旅程。在第 1 章我将把它们编写在一起，以便读者在精神上能一同游历，从而了解海军航行

的世界。第一段旅程穿过了从我家和通常的上班地点到导航桥楼的物理空间。它带我跨过了许多大门，从马路上来到军营、舰船和桥楼。我将试图调查执行导航任务的空间环境组织。第二段旅程是从市民社会的世界到海军的社会组织，再到导航桥楼的社会空间的转移。这段旅程与物理空间转移的旅程紧密地平行着，因为空间经常作为社会组织的一个要素被运用。空间旅程带我进入越来越窄的边界地带，这样社会旅程成功的带领我们穿越社会组织的狭窄层面。第三段旅程是从日常生活概念到航海技术领域概念的空间转移。当我讨论到前两个旅程快结束时，它才会真正开始。

## 1.2 通过主门

在大门口的岗哨，一个穿着制服的年轻水兵干净利落的敬礼标志着从“街道”向“基地”的转移——从市民到军人。基地的征募兵都剪着平头，草坪也割得很短。这里的自然和人类的形态都受到控制、安排和约束，以留下良好的印象。在军营，应征入伍的征募兵的信条是：“如果它移动就敬礼。如果它不动就拾起来。如果你不能拾起来，就把它刷成白色。”同样的行事方式将秩序性和预见性置于军事基地的物理空间和社会环境之上。 7

作为海军的一个民间雇员，我被因能偶然登船从而可以更好地理解“可操作的”世界的本质鼓舞着。但是，受到自己组织的鼓励而登上舰船与受船员欢迎截然不同。从驾船者的角度来看，允许市民登船并没有什么好处。市民常常不注意船上的习惯，所以可能需要一些照管以免引起麻烦。他们占据了生活空间，而这在很多船上需要支付额外费用(at a premium)，而且如果他们没有接受适当的安全性清查，那么他们可能不得不一直要有人陪同。

## 1.3 舰 船

Palau 号是一艘水陆两栖的直升机运输船。它的战时任务是载运军队穿越海洋，并通过甲板上的 25 架直升机把军队运送到前线战场，再把军队运回到船上，在船上有个小型的医院和功能齐备的电影院。这种类型的舰船经常容易混同于真正的飞行器运载船，如喷气机运载船。后者的船体被悬垂于船体四周的一块巨大而扁平的飞行甲板覆盖着。但是前者的飞行甲板只有 592 英尺长，恰恰是运载甲板长度的一半，而且由于太小以至于不能运

载固定机翼的喷气机。大约在船头和船尾的中间，在右舷突出的平整光滑的飞行甲板上，坐落着一个被称为船岛的四层结构，占据了100英尺宽的飞行甲板右侧大约20英尺的地方。这艘舰船在水下还有28英尺深，空载时重17000吨。它的单一推进器由22000马力的蒸汽涡轮发动机驱动，以使舰船乘风破浪。

最初，Palau号这一类舰船的建造计划是长200英尺，并有两个引擎和两个螺旋桨。但是，60年代早期的预算削减导致了草率的再设计。在最初的设计中，钢质小岛的离心力用来平衡第二个推进设备。不幸的是，重新设计未能考虑右侧因第二个引擎的取消而减少的力矩。当Palau号下水时，船体倾覆了！它被打捞起来后，钢制材料由铝制材料所替换。舰船被重新命名并投入使用。铝制的小岛用钢制的螺钉与钢制的甲板相连。在湿润和有盐分的环境里，形成了电解过程，使小岛和甲板的连接处被腐蚀。在小岛上工作的人之间流传着一个笑话，总有一天海浪汹涌，舰船会向右舷摇摆，该小岛将完全倒向甲板并坠入大海。

8

船岛上高于飞行甲板两层的位置就是驾驶桥楼。指挥直升机的飞行控制办公室也在船岛内，这里还有舰队司令及其成员工作的司令桥楼。船岛顶部矗立着的是雷达天线。

## 1.4 Gator海军舰队和其他海军舰队

当我第一次走上Palau号时，它和其他几艘两栖船停泊在4号码头。一艘护卫舰和一艘驱逐舰停泊在邻近的码头，但它们属于海军的其他部队。这些海军部队中的从属关系是海军身份的一个重要部分。

部队运输在海军中不是一个吸引人的工作。Palau号是所谓的两栖舰队的一种，即有些舰队要运送军队到陆地战场。两栖舰队"Gator海军"称谓也带有一定程度的贬义。该绰号显然来自对两栖爬行动物——鳄鱼的引用。然而鳄鱼并不表示最典型的两栖之意，而是其侵略性可能对海军文化有重要意义；"蜥蜴海军"或者"青蛙海军"才可能会过于贬损。

飞行部队（"海军航空员"）宣称要成为海军的最高分支。大部分其他人认为潜艇舰队（核潜艇）会紧随其后，但是潜艇舰队认为自身是分离的。（有句谚语说海军部队只有两种船舰：潜艇和目标。）然后就是海军陆战队（"黑靴子"）。这些团队里都有等级分明的小组。海军陆战队的等级从地面战斗部队（巡洋舰、驱逐舰、护卫舰）到航空母舰递减，随后是两栖舰队，最后是新

9

船和供给船。

从普通人的观点看，水手可能就是水手，然而在海军部队里，这些区别意味着重要的亚文化特征。这些可以察觉的区别来自许多因素，包括预期任务的“魔力”，混合的装备，潜在的破坏性，进入各个区域的紧迫需求，对每个团队成员开展训练的性质和程度，以及参与者的共识水平。对于一个希望在海军部队之外有所作为并升迁高职的陆战队教员而言，长期受委派在两栖舰队上服役并非是一件多好的事情。

运送飞机和机组人员的舰船为这些团队提供了特殊的情境。他们已经包括了飞机和飞行甲板小组的成员，但出于作为一艘军舰的缘故，还必须有海军陆战队的成员。航空母舰的指挥官也常常是飞行部队的成员之一——这体现了空军部队才是航空母舰的存在目的这一观念。空战部队与海军陆战队的摩擦可能会以某种微妙或不太微妙的方式表现出来。如果飞行部队的成员在一艘船舰里负责大多数高职，陆战队的初级军官可能会抱怨初级“海军航空兵”得到了太多的提拔资格和发展机会。有空军部队的两栖运输船情况甚至更为复杂。这里海军陆战队与空战部队的成员之间会有相互的交往行动。而且当海军陆战队上船后，在水手与征募兵之间也会时有摩擦。

这些分化的模式存在于军队的各级组织中，包括从广泛的各军种竞争到船上相邻的居住者之间。尽管这种影响在许多社会组织中也有一定程度的表现，但是在军队中被描述得更为详细。许多身份的建立都是这样表述的：“我们是战斗的 X 队。我们为自己的所作所为而自豪。我们与众不同。”其未言明的潜台词是“如果你去做其他事情，你就不能像我们一样优秀。”身份也由各种各样的勋章和徽章表示。在军官等级中，胸部徽章表示着所从属的部队，飞行员会佩戴飞行徽章，潜水艇人员佩戴海豚式徽章，而陆战队 10 军官则胸挂弯刀式徽章。

在每一支海军陆战队中，都有与特定舰船相连的明显特征。这些舰船有着令人激动的国家主义精神或者爱国意义的座右铭，常常被刻在墙上，印在篮球帽上、T 恤上，以及咖啡杯上。很多舰船出版年鉴。当同船的水手离开舰船时，他们的关系会最为亲密无间。尽管人们很少会对一艘舰船的等级加以鉴定，但是有些舰船的等级会被认为比其他舰船更为高级（不那么陈旧）和辉煌。

军队组织使各个层级的竞争都制度化了。个人要同其他人竞争，小组要同其他小组竞争。舰船在演习中竞争，海军的分支部门要为资金和参战机会竞争。在船上，这种竞争通过一个普遍的观点表现出来，“在我们的位置上，我们知道自己在做什么，但是隔壁的人就不知道了”。当依赖于不同

岗位征募兵的圆满合作完成任务时，这些看法就更为流行。有时，更大的系统可能因为不得不与其他群体而非特定群体交互作用而落败。同样，每个群体都会因为某个方面而受到指责，而所谓的其他群体没有能力则是其中最简单和易懂的理由。

## 1.5 跨越跳板

水手站在警戒室外面，检查着每个登上码头者的证件。我们走上位于两艘与 Palau 号同级别的舰船之间的码头，就像走入一个悬垂着灰色墙体和脏乱的混凝土地面的深邃峡谷。在该峡谷里需要小心翼翼以防偷袭。它非常嘈杂，船体就像一个发动机声嗡嗡不断、压缩空气嘶嘶作响的盒子。码头上有卡车和起重机，遍地都是缆绳，还有一些悬挂在码头和船体之间狭窄的长有水草的水域的上方。在轮船与码头之间的水域上漂浮着一些被称为“骆驼”的简陋的救生艇和一艘工作着的驳船。“骆驼”使船体与码头之间有足够远的距离，以便船体上方外倾的飞行甲板不会悬垂于码头之上。

为了登上 Palau 号，我爬上了一个脚手架，它的灰色金属楼梯通向一个跳板(海军的说法是，舰船跳板)，跳板连接着脚手架和船侧的大洞口。该洞口和飞机棚(也称为主甲板)位于同一水平，比飞行甲板还低几层。在跳板的尽头有一张安全办公桌，舰上总值日军官(OOD)在此检查出入舰船的水手的身份证。上船的水手会转过来面对船尾，向军舰旗(旗帜)敬礼致意，军舰旗在船尾甲板的旗杆上飘动，从跳板上看不到。

在参观这艘船之前，我拿到了 NPRDC 舰队参观指南的基本信息，包括下列关于上船典礼的正确举止的说明：“在跳板的尽头或者舰船舷梯上，要面向船尾，朝着旗帜(国家旗帜)，停顿片刻，注意力集中。然后转向舰上总值日军官，再次停顿，随后说：‘申请上船许可，先生。’说出你的姓名，来自何地，参观目的和想见的人。”此小仪式是一种在上船之前象征效忠的保证。舰船的参观者待在安全办公桌旁的临时地方等着，这里既不是岸上也不是正式的船上，因为他们来访的消息要送到船上的上级那里去。真正的上船许可应该早已预先安排了。

舰船的高级看守员通常是副舰长(简称 XO)。指挥官、执行官和部门负责人构成了舰船的主要行政结构。海军的每艘舰船都由几个部门组成。每个部门有一个高级船员管理。在大一些的部门，负责人还会管理地位较低的军官，这些军官又会依次管理那些实际上承担了船上所有现行工作的征

募兵。在上船之前，我必须弄清楚谁是副舰长，以便有事可以咨询，并且避免在登船时作出不适当的举止。在与副舰长简短而有点令人气馁的会谈之后，他们允许我上船并和导航组一起工作，前提是导航员愿意接受我待在他的部门。

离开副舰长之后，我约了导航员一起吃午餐。我在军官用餐区（军官起居室）遇到了他，而且，在谈话中我们发现了一段我们之间共同的历史。当导航员还是海军学院学生时，他曾经在一艘由学院特别捐赠的单桅帆船上 12 以竞赛战略家的身份在那里效职。随后这艘帆船被卖给了我的一个朋友，而我乘着它航海了 8 年。这一特别巧合的发现巩固了我们的友谊，我也获得了导航员对我在 Palau 号上工作的许可。带着预先安排的航行许可和导航员的祝福，我得以在安全办公桌旁等待。

安全办公桌旁的一个护卫带我穿过巨大黑暗的飞机棚甲板。我们绕过停着的几驾直升机、铲车和装材料的货盘，俯下身穿过飞机棚甲板侧墙的窗口，开始攀登通向驾驶室桥楼的狭窄陡峭的梯子。（在船上，地板被称为甲板，墙壁被称为舱壁或者隔墙，走廊被称为过道，天花板被称为舱顶板，而楼梯则被称为梯子。）

## 1.6 协调海图与世界

导航是用来回答一些问题的一系列技术的集合，其最中心的问题可能是“我在哪里?”

此问题中“在哪里”一词意味着什么呢？当我们这样说或理解或思索我们在哪里时，根据是一些可能的方位的陈述。“我在哪里”是一个关于周围世界及对世界的陈述相一致的问题。

当我写下这些时我在哪里呢？我坐在桌子旁开展研究。我前面的窗子面朝花园；那边的门通向走廊，走廊连接着房子的一部分。我的房子在太平洋海岸上，大学的北部。我在北美大陆的西边。我在绕着一颗小行星旋转的地球上，这颗小行星又在一个螺旋星云一臂的外部。每一个描写都有关于假定空间的陈述。每个关于我的方位的描写都只有通过所描述的方位与由描述所暗示的空间表征的其他方位之间的关系才具有意义。这是一个必须被所有活动的有机体所解决的绝对基本的问题。

无论海图是国内的还是国外的，是对外部空间（或者无论范围与期限）的想象还是一个写在纸上的象征性的空间描写，为了回答“我在哪里”的问 13

题，必须建立地图与疆域的一致性。在航海中，最激动人心的时刻就是在一个不熟悉的海岸登陆。如果我在一个高耸的小岛或者多山的海岸登陆，将会看到较低的斜坡、小山，最后是海岸线的特写。现在，我在哪里呢？我转向海图，发现我曾经希望看到的海岸线恰恰就在主海角的南侧。可能我看到的在海水对面左侧的小山就是那个海角。而且可能那个薄雾笼罩的内陆的最高点就是海图上的海角。嗯，从海图上看它可能只有 500 米高。但实际看上去不止。也可能它是其他的某个位置，深入内陆，却没能标注在海图上。

通过这些思考，导航员试图在可见的世界与图表的描述间建立连贯的一致性。一些海图甚至提供了显示特殊海平面的主要陆标的小型轮廓。我们也会面对类似的任务，举例来说，当我们从剧院的后门出来走到一条不熟悉的马路上时，我们面对的是哪条路呢？我们在哪里？该问题通过建立环境特征与对环境特征的表征的一致性来回答。当导航员满意于所达成的连贯的一致性时，他可能会看着海图说："啊，是的；我在这里，陆上这点的那边。"现在导航员知道他在哪里了。从这个意义上看，大部分人都认为我们知道身处何处。我们认为自己已经在所看到的世界与所陈述的世界之间达成了一致。并非在不适当的位置。它们正是我们所期望的。但是现在假设有人问导航员"我们从那个海湾的尽头到城市有多远"的话，对这个问题的回答基于仅仅对所见和所描述的地方性表征作出一致性的判断是不够的。现在需要更为精确一些。为了回答这个问题，导航员需要对他的位置有更精确的测定。特别是需要以某种形式陈述环境从而确定方位，这种形式将允许他通过计算得到问题的答案。这就是方位确定(position fixing)，是当人们意识到疆域与地图的调和并不充分时的做法。

14

## 1.7 爬上梯子

从飞机库甲板出来，护卫员走向一个有三个梯子的狭窄楼梯间，这里光线暗淡，充斥着不新鲜的空气，以及沉重的军靴在金属地板上敲出的响声。舰艇的甲板随主甲板开始编号。在大多数舰船上，主甲板被定义为"最高的甲板，代表了舰船的长度"。舰船的飞行甲板在飞机棚上方(这包括航空母舰和两栖直升机运输船，如 Palau 号)，飞机棚是主甲板。在主甲板下面紧接着就是第二层甲板，下面是第三层，以此类推，直到货舱为止。在主甲板上面，甲板会被指定级别，并以 01,02,03……编号，号码随高度的升高而增加。我们在甲板平台上停顿片刻，使水手们可以通行。舰船上的通行习惯一般

这样:在右舷一侧向上和向前走,在左舷则向下和向后走。但是,飞机棚甲板的设计限制了梯子的数量和位置,为了缩短路线,护卫员带我逆向而行。我们走进一个小型而喧哗的休息室,穿过一扇打开的舱门,我望了望阳光下的飞行甲板,呼吸了一口新鲜空气。在闷热而粗糙的黑色地板上,穿着工作裤的船员正在工作。我们继续向上爬,走进了一个狭窄的船岛。一架梯子斜靠在飞行甲板上,我们到了第四层。通往司令桥楼的门用链条拴着,挂着锁,这是海军将领和其下属工作的地方。我们又爬了一架梯子,来到第五层。

## 1.8 军中身份

军队中的人们分成两个明显的社会阶层:军官和征募兵(enlisted)。军官必须有大学学位并且被任职(赋予指挥行动的权威)。在海军部队,这两个等级的成员都知道军官与征募兵之间明显的区别。低等级的军官在指挥权上高于较高等级的征募兵。军官与征募兵的区别由制服、徽章和一套复杂的仪式为标志。这些仪式中最简单的当然是敬礼,但是这种征募兵对军官谦恭的举动还延伸到包括诸如清洗军官门口的走廊,在没有得到许可的情况下走路不能超过军官,等等。 15

### 征募兵等级和军阶

征募兵根据薪饷等级(称为级别)和技术专业(称为军阶)分等。如比尔敦(Bearden)和韦德兹(Wedertz,1978)所解释的:军阶是海军的职责——要求具备某种技能和态度的职务。例如,机械师军阶需要有灵活的双手并且喜爱机械工作。薪饷等级(如E-4,E-5,E-6)被称为级别。这样,一个三级机械师(EN3)将会有机械师军阶和三级军官级别。中士(PO)指那些薪饷等级为E-4到E-9的人。E-1至E-3则是指无等级成员。

海军生涯开始于基本的社会化阶段,新兵被灌输基本的军队政策,并学习基本的海军技能。在此阶段,新兵通过的等级依次是新手、学徒、一等水兵。社会化就意味着水兵学到了特殊工作或者等级的技能。当征募兵成为中士后(见下文),他就会被视为军队等级中的真正一员。他会有一个徽章(舰船海轮)和一个有别于其他等级的身份证明。他们通常会被认为相对聪明一些,尽管没有数字处理专家那样聪明。对征募兵来说,等级徽章表明了职业的领域。

中士不是有委任状的军官（无等级“军官”的一种）；“中士”仅仅表明他是一个有某种等级的征募兵。中士有两个主要层次，每层又有三个级别。一层从学习技能的最低等级开始。另一层从三等中士到二等中士再到一等中士。三等中士在专业方面是新手，可能与其他人合作从事低等级的活动，或者“在指导下”做更为自主的事情。一等中士则被认为是在这一等级中最有能力的。

等级的下一步就是要升迁到更高的军级，这通常是一个征募兵生涯中 16 最重要的晋升，也就是成为首席中士（CPO）。此地位的转变以一个保密的入会仪式作为标志。主要的入会仪式只能由长官们知晓。但是，其间所发生的很多故事是如此精彩，以至于不能确定它们是否完全被保密。这些仪式常常包括欺辱新兵、酩酊大醉以及放纵行事，这都是人们“早已知情”的。成为军士长（chief）意味着有更多的薪水和管理更多的下属，并有自己的住舱（比一般等级的更私人化）和自己的餐厅（用餐更为便利）。在很多舰船上，军士长的膳食都被认为要好于一般军官。军士长同样也因为他们是军官和征募兵的衔接层而更为重要。尽管他们通常具有 12 年到 20 年的专业经验，他们还是会经常和主管一起参加解决问题的会议。有些首席中士由于具备专门的技术，因此具有相当可观的自治权力（或者说，可能是他们的专门技术与主管军官有关）。军士长经常会打断某个新军官的谈话，以该方式表明身为高级管理军官这一事实，即他们比一般军官知道的更多并且实际上掌控着该空间和其中的人员。军官们直接管理下级征募兵会冒着破坏命令链的危险而招致主管军官感到权力被篡夺的怨恨。一个人一旦升任军士长，仍然会想获得更高级别的军衔。在大约服役 20 年时，胜任工作的人可能会成为高级中士，大约服役 25 年时（约和现在的船长同龄）可成为士官长（master chief）。这是征募兵之路的终点。但是，在征募兵与军官之间还有一些等级。军士长可能会选择成为一个一级准尉或者有限责任军官（LDO），其成为有限责任军官所授军衔是海军少尉，并且可能自此一路升迁。极少有军官选择这一途径。正如一个上级军官反问的那样：“为什么我会想从高一级的职业生涯跳到另一生涯的底部呢？”

尽管一个征募兵可能对某些等级有选择权，但这并非由他们来决定。 17 能力倾向测验的成绩也用于把征募兵安排到各个部门。征募兵被筛选的事实有助于全面地恪守在不同等级中都注重智能这一陈规。举例来说，锅炉技师（BTs）和机械师助手（MMs）管理着舰船的推进设备，他们可能几周都看不到亮堂的天空，却经常由于他们的较低的智能而沦为笑柄。另一方面，数据处理专家通常被认为是聪明的。舰船如同一个微观世界，显露着与在

海军专家中所看到的那样相同身份竞争的模式。在桥楼人员看来，机械师助手与锅炉技师几乎没有明显的差别，但是在下部推进器的地方，可见的差异比比皆是。机械师助手称锅炉技师为“舱底潜水者”，而后者则称前者为“轮箍脑袋”。这大部分都是温厚的取笑，取名是一种确定某人自己身份的方式。

在组织的各个层面上，我们看到了通过把自己与其他群体区别开来的建立身份的努力。这与下面的讨论有关，因为执行导航任务的人们之间维系关系的动力将在一定程度上受到这些身份的限制。

### 军官级别

海军军官是士兵和资源的管理者。通常来说，他们的工作不是把双手弄脏，而是确认那些弄脏双手者正在做正确的事情。与征募兵不同，军官不用精确地来界定专业。一个军官在广阔的大海中所从事的职业如上所述：在空中、地面，或者水下作战。在该区域中，有一些诸如工程和战略的附属专业。

军官最初被委任为海军少尉。这比较艰苦。比最低等级的军阶更明显，当然他们也有更多的责任，但是往往一个“新手”对于舰船世界的了解并不比一个海军新兵多。

## 1.9 在船上找路

一艘舰船是一个复杂的拥挤场所，它由通道和船舱组成。无论是位于中心线的左舷或右舷，或者处于从船头到船尾的某个位置中，每一个框架 18 (frame)和船舱都编了号以表示对应的甲板层。对新人而言，在舰船内部穿行很容易犯糊涂。在舰船里面，主要的方向是船头和船尾，左舷和右舷，甲板上和甲板内侧，以及舷内和舷外；东、南、西、北则与此无关。在大型的舰船上，方向是一个很重要的问题。在80年代早期海军赞助的一个科研项目就是关于在舰船上辨别道路的研究。

舰船由许多相关部分组成。有些是工作间，有些是住所。有些用于正式的休息娱乐，其他则是非正式的消遣去处。比如，船尾就是一个可以闲处的地方。军官的膳宿在一处称为“军官之国”的地方。海军上士也有类似的地方，称为“CPO之国”。征募兵只有在从事公务时才被许可进入这些地方。他们进入邻近隔间时应该脱帽。船上的有些过道是主要的通道；其他则是

小路或死胡同。参观者很快就能学会如何选择道路，因为走廊经常会因为打扫或者维护而关闭。

## 1.10 在第五层

陪同人员和我到达了第五层的小平台，右边是一个落地的黑色隔离物，背面有一个朝外的门，通往右舷桥楼。隔离物形成了一个“陷光器”，以防舰船在夜间航行时泄漏光线。左侧是一条通往左舷小岛的黑色走廊。在我们上方，梯子继续通往高一层的信号桥楼。向前有一条狭窄的通道。通道左侧前方有两个门。第一个门后面是船长的海舱。他有一个舒适的指定宿舍，在操作期间需要船长呆在桥楼附近时，他就在此吃饭和休息。下一个房间是海图室。在大约 25 英尺远的这条通道的尽头，是通向驾驶桥楼或者导航桥楼的大门。

海图室是导航部门的总部。这是一个堆满了航海仪器，以及两张桌子、一个沙发和一张海图桌的小房间，享受着船上鲜有的奢华：有一扇能让自然光线透射进来的舷窗，自然光与头顶的荧光灯光线混合在一起。海图室是由导航桥楼控制的几个地方之一。征募兵不仅在此工作，还要负责保持这里的清洁。既然桥楼是船长工作的主要区域之一，那让它看上去干净整洁尤为重要。在左舷，征募兵擦亮桥楼的玻璃。由于船长的海舱毗邻海图室，在导航桥楼的人工作起来会比他们在其他地方时更为安静。因为水手的平均年龄不到 20 岁，船上很多地方都有一些有趣的活动，但是在第五层这是不被允许的。

19

导航部门要负责第五层除了船长海舱之外所有的地方。它也负责二级的或者辅助的舰船操作部位（“第二驾驶室”）——一个完全多余的驾驶桥楼，它位于船头，在飞行甲板的前部下方。第二驾驶室由舰船执行官操纵，这样无论舰船在哪一个地区（战位）都有一个完整的导航团队。这样做是因为如果舰船遭受袭击，在小岛上的主驾驶桥楼将非常容易受到攻击。现代反舰船导弹根据电磁辐射会导向追踪。因为小岛顶上的雷达天线是舰船雷达信号的主要信息来源，所以小岛是最可能被导弹袭击的部分。如果主要的驾驶桥楼被击毁，舰船可以由在执行官指挥下的第二驾驶室控制。第二驾驶室由导航桥楼安排，并且是征募兵的责任岗位，但是考虑到海军的日常练习，我们对它没有太大的兴趣。舰船众多的海图藏书和航海表格也在此处。

导航部门由导航员监管。同时，监察报告也在此作出，Palau 号的导航部门由导航员和 7 个征募兵组成。“导航员”这一头衔是指导航部门负责人这一岗位而非军官的专业技术水平。尽管一个作为导航员的军官会对导航以及监管导航部门的工作了解甚多，但他们自己却很少做驾驶工作。 20

导航部门的工作由助理导航员(首席军需官)指导军需官级别的征募兵完成。

## 1.11 大型舰船的导航

当一艘海军战舰在航行时，它会一直保存过去的行驶路线和既定动作。这种完整的记录在商船上并不会被一直保留，对那些在限定水域中航行的舰船而言也并非绝对必要。一个有经验的导航员可能只需要“注视”航线就可作出如何操纵舰船的判断，而无需通过海图加以计算。但是在海军战舰上，这样的记录常常被保存——主要是出于安全的需要，也有责任方面的考虑。这难道不是一个问题吗，船员将在遇到灾祸时能准确地知道舰船的方位及其行进情况。无论黑夜与白天，在舰船没有靠港也没有抛锚的任何时候，导航的计算都在执行中，正如确保导航安全所需要的那样。在一段漫长的行程中，电话活动可能要持续几个星期甚至几个月。导航工作在大部分时间都由一个人操纵。但是，当舰船离港或入港时，或在其他可操作性受限的情况下，任务的计算需要将会超过任何个人的能力，这样导航任务将由团队完成。

指挥官名义上要为舰船行驶的决定负责，但大多数情况下他并不作出实际决定。这些决定通常由导航部门负责并作为建议提交给指挥官，比如“建议此时向右 017 度”。指挥官会在舰船的总体情况下考虑该建议。如果建议得当，他将下达命令给掌船舵手(helmsman)或者控制引擎的舵手(lee-helmsman)以照之行事。在舰船需要导航信息的每个时刻，导航桥楼都会有人为此工作并时刻准备提供任何需要。导航团队有不同的结构，导航部门的工作少则一人，多则六人。每个组织都安排了一个人作为值班军需官，他要负责工作质量并作为该室的官员与舰船其他部门沟通。 21

导航是一项特殊的任务，在常规操作中，所遇到的一系列有限的问题，都有易于理解的结构。掌舵员遇到的问题通常不需要获取信息才能找到出路，而是已经有了现成的办法。在大多数情况下，出现的问题仅仅根据现有的工具和技术收集信息，并对舰船的方位作出大致的判断，或者给出舰船如

何行驶以到达目的地的建议就可以得到解决。

导航团队的活动必须依舰船的行进而同步进行，在这个意义上，导航活动是由事件推动的。和许多其他的决策相反，当船上有什么问题时，弃之不顾、暂放一旁或敷衍了事都不可取。工作必须进行下去。事实上，任务最困难的时刻通常也是最需要纠正和及时执行的时刻。

## 1.12 研究者的身份

在描述了征募兵如何建立他们自己的身份之后，我应该也说说他们和我是如何议定我的身份的。

在该项工作过程中，我通过在两艘航空母舰（Constellation 号和 Ran ger 号）和两艘两栖舰船（已知的 Palau 号和 Denver 号）上的导航实践作了第一手的观察。在航空母舰上，我在驾驶桥楼和战斗信息中心工作。在 Denver 号上，我经由圣地亚哥到西雅图，中间有几次停靠。我同和其他五艘船（Enterprise 号、Beleau Wood 号、Carl Vinson 号、Cook 号和 Berkeley 号）上的导航团队成员进行了会谈，并与其他导航征募兵进行了非正式的交谈。

这里讨论的事情主要来自 Palau 号在南加州的军事行动。当舰船停港时，我也和船员一起工作。在 4 个月的时间里，我一共记录了 11 天的航海日志。首先我用一周时间的旅行来观察团队，使他们习惯我的存在，并逐渐了解他们。在这次旅行中，我仅仅做了笔记，拍了几张静态照片，并且把驾船任务记录和与船员的对话录了音。在后来的一次旅行中，我把广角摄像机装配在导航桥楼海图桌的上方，并在海图桌上放了一个立体声录音机，用一个频道来记录周围的声音和导航桥楼的谈话。然后把另一个频道连接在声动力电话线路中，因为船长有时在海图室，有时在监管导航团队的工作，我想准确记录他所说的内容。因此我用远程传感器和一个颈挂式麦克风和他连线。我把此信号传输给视频记录的音轨。这样，我就有一个视频磁轨和三个音频磁轨来用于工作了。

22

在海上的日子里，我按规律交替观察着。有时我会在观察时间里呆在桥楼，有一次从午夜呆到凌晨 4 点。我的特权级别是少校，这是与我的民间政府服务级别相对应的军队等级。在“军官世界”里我被安排了一个船舱，在军官食堂用餐，并且把清醒的非观察时间花在海图室或者军官起居室。

至于他们看待我的态度，首先要理解的是，对军人而言作为确立身份的要素，征募兵与平民的区别恰恰远在朋友与敌人的区别之下。在舰船上的

平民被定义为外来者。而重要的是，掌舵员待我如同学或朋友，船长每次遇到总称我为博士。导航小组的许多成员也发现我曾不止一次地在船长海舱里午餐，而这意味着作为重要参观者的荣幸。

我的录像机里有一些船员如何看待我的证明。一开始，船上流传着一些关于录像带会有潜在危险的不安笑话。在给全员开始录像的前 5 分钟，助理导航员告诉导航员："你所说的每件事都会被录音在案，用于军事法庭。"

首席导航员也曾不止一次地离开海图桌，向导航团队的其他成员解释我的工作。他显然忘记了正在被记录。我在几周后誊写的时候发现了这些 23 评论。在我第二次出海期间，首席导航员走进海图室检查回声测深仪。回声测深仪操作员问他我是谁。他们的对话如下：

> **首席导航员：**他在大船上研究导航。他是个人物，是把教学材料编成电脑程序的人。类似在反潜战(ASW)学校的人们用大型计算机程序教授船舶运动图一样，是电脑化的。他就像其中的一员。同时他是为海军工作的心理学家和人类学家。他是个博士，研究所有奇怪的问题。
>
> **回声测深仪操作员：**他也以奇怪的方式赚钱。
>
> **首席导航员：**是啊。他知道在做什么。而且很敏捷。他就坐在那里观察和记录你做的每件事。然后把它们转换成数据并输入程序。来算算该做什么，我对此不懂。

我最细致的数据收集是在一次四日演习中，头两天 Palau 号离港，在军事演习区行驶，返港，并在港口抛锚彻夜停泊。第三天早上，舰船再次为第四天的演习离港。最后，它再一次返港并回到其在第 32 街海军站的停泊处。本书开头所描述的危机就发生在最后一次返港的时候。用声动力电话回路记录的录音质量很糟糕，直到最后一次返港时我才发现了一个更好的方式来捕捉信号，可以把从舰船出港到入港都记录下来，直到导航团队解散。该过程有 8 小时小组活动的音频和视频的录像带。其他的在标准航行观察(Standard Steaming Watch)的各个时刻记录下来。除了音频和视频记录，我还对磁带不能完全记载的活动作了笔记。即使应用广角镜头，照相机也只能拍摄海图桌的表面。这允许我来辨认海图桌的特征，甚至知道了哪一个按钮是关于何种计算的，但是这也意味着有许多有趣的事情由于不在照相机范围之内而未被拍摄下来。 24

誊写这些磁带记录是非常困难的过程。有时在导航桥楼里会同时有四个或者更多的对话。更糟糕的是，舰船是一个充满噪音的地方。桥楼上的

许多设备制造出作为背景的噪音。水手长的助手在海图桌的前后吹出不同的哨音用以发送通知，而且他不时吹着口哨，听着广播，有时会盖住所有其他的声音。直升机可能会在甲板上演习，有时就在导航桥楼的上空飞行。为了重新梳理他们所说的话，我常常必须分别去听三个音频轨道，而且很多案例的内容并不能全部辨读出来。但是，因为微型电话的放置，对导航团队成员口头语言的记录都是一样的好。只是考虑到他们的任务时再去辨别对话偶尔会有点困难。

我自己做了很多辨读工作，这出于三个原因：第一，该技术领域有许多专业单词。我们知道聆听本身就是一个建构过程，不清楚的记录常常会难以辨读并被洗掉。由于缺少背景，其他听写者无法听懂磁带中我所能听懂的内容。举例来说，一个未受训练也毫无预期的记录者可能会把抛锚时的细节“甲板 180 英尺”听成“甲板 30 幻影”。对大多数人来说，导航语言有如外语，语言不顺畅的记录者难以作出高质量的辨读。第二，既然有许多说话者，那么我对他们个人的了解将有助于我在证据不清楚的情况下辨别他们的身份。第三也是最重要的一点是，为了得到清楚的转译，除了反复听录音外，没有更好的办法了。（在大约一年的时间里，我的转译助手对于熟悉主题有很大的提高，做出了有效的听译工作。）

听译就是重构过程，这一事实表明了数据由于我的期望而被曲解的可能性。我将试图通过民族志学的背景来对此作出清楚的解释。

在驾驶室内，我只是观察者而并不参与其中。我只会在这样一种情境下介入，即如果不说话就会将一些人置于危险之中的时候。我的介入方式是对未按我指示做事的导航员给出一个简短轻声的意见。

显而易见，除了船长和军需官之外，我比其他船员懂得更多关于导航的理论。当然，掌握理论和掌握在一个特殊环境下的实践经验是两件截然不同的事情。在任何情况下，我对导航的实践知识都并不比其他人知道得多。但这对一个民族志研究者而言仍然很不寻常。由文化实践所编织的限制之网对该项工作的执行者和研究人员来说都很重要。对于执行者而言，它意味着可能活动的领域被约束紧紧地限制着。对于研究者来说，所观察到的活动是根据他们对约束的反应而被解释的。多年导航的研究和实践使我也成为了一种特殊的工具，用来呈现出这个领域里的约束。我对导航团队成员行为的解释也受到了很多约束的影响，这些约束也用来指导他们的行为，但还有更多。因为我试图继续把这些约束弄清楚，并且在导航团队所需要的计算与操作的意义上来考察它们，因此我的解释与海员们的并不一样。

对一个人类学家而言，几个月的田野工作只是一个短暂的旅程。这里

还没有讨论军事文化的方方面面,因为仅凭这简短的发掘,我还不能确定它们的组织和内涵。我被海军雇佣了5年,作为一名民间科学家来为海军工作,这给了我很多机会去观察军事组织的各个方面。我认为这对导航实践的视野是很充分的,因为我第二次在海上时有机会录下了驾驶桥楼的导航操作。

如果观察是在另一艘船上开展的,故事会有什么不同呢?我不认为文化会让故事有明显的不同。导航团队在处理信息上或多或少会更有效率些,个别军需官也许会与其他人有更好或更坏的关系,但是任务照旧,舰队执行任务的方法也是标准化的。不同船上的船员在导航所需要的能力上会或强或弱有所不同,但他们在处理这些特殊任务的时候都会采取有限的几种方式。 26

实际上,我在许多船上作过观察,我的同事科林·西尔弗特(Colleen Siefert)也在另一艘船上开展过观察。不同船上的观察结果差异甚小。科林所观察的船上有更多的军需官,因此在组织导航团队时会稍有不同。但这并不会对我的框架或者对个人与集体层面上认知属性的基本描述构成挑战。

## 1.13 在桥楼上:标准航行观察

在第五层通道的前方尽头是通往驾驶桥楼或导航桥楼的门。最重要的导航工作都在这里完成。导航桥楼占据了小岛第五层前方18尺的面积(见图1.1)。斜面窗户在导航桥楼的两侧和前方从胸部高度延伸到天花板。从船舷两侧和前方的窗户可以看到飞行甲板。所有的工作桌都安装在铺了浅绿色油布的坚固地板上。墙壁、橱柜和机器上有一层厚厚的浅灰色涂料。平滑的天花板是黑色的,交错着有白色钢印的管道和钢索。磨光的铜轮和引擎话机的控制装置则在柜子的另一侧。

导航部门活动的例行运算程序称为循环定位。循环定位有两个主要部分:确定舰船的现在位置和规划它将来的位置。循环定位把舰船位置的各部分信息收集起来,再把这些信息汇集在一起来表征舰船的目前方位。海图是舰船的位置概念:导航方位是舰船自身位置的内部表征。

当我第一次向一名海员表达了我想要知道导航是如何进行时,他给我指了指导航部门标准观察程序,这是一个描述观察结构的文件。"都在这里了,"他说。 27

"你可以读读它来解决关于标准观察的问题。"当然这并非全部的文件,但是从该过程的标准描述开始还是可行的。它是导航部门工作组织的"官

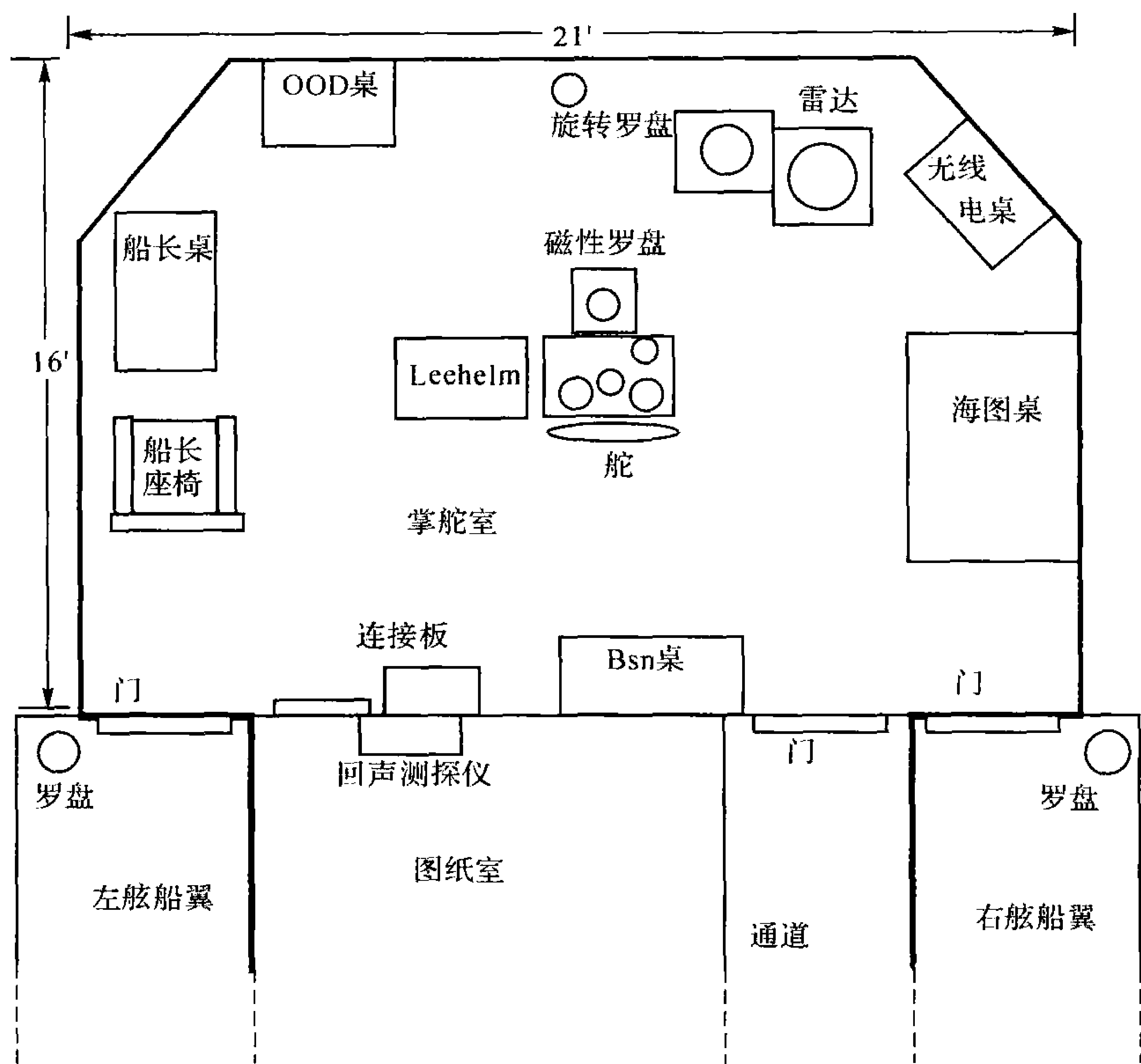



图 1.1　导航桥楼与海图室的平面布局。导航团队的成员在海图室、船侧和导航桥楼开展大部分工作。粗线表示舰船外壳。图表上方是舰船的前方。

方"描述。这份文件是导航员"向他们自己和他人表现自己"的诸多代表形式之一。

作为船上导航文化的一部分,该程序涉及目标和方位的内容,因此理解该程序需要我们去探究导航的环境。在开展这项探索的时候,应该记住的是,在船上的文件和各种航海出版物中所出现的对导航工作的描述都应该被视为一种数据而不是分析。

28

在这一部分,我试着以船上的文件作为导航工作的指南。标准观察程序里的规格明细表描述了要采取的行动和需要用到的仪器和技术。首先,我将介绍标准的描述并试图提供某类背景知识,这应该由了解导航文化的当地人提供,由此希望这些内容会对非海员的读者富有意义。随后我会展开一个关于过程、工具和技术的分析,它们的基础是信息处理理论而不是导航的世界。

Palau 号的基本航行观察程序如下：

> 在海上航行条件正常的情况下，观察程序会尽可能的相似，并且在超过标准观察控制时进行必要的调整。

在正常航行时，军需官担负着导航的全部责任。文件中描述的过程非常严格，尽管并不可能在所有的情况下都依照所描述的那样执行。标准的程序是理想化的，极少能完成或像所描述的那样达到。

## 值班军需官的主要责任

当导航部门为舰船提供导航服务时，要专门指派一名军需官任长期值班军需官（QMOW）。根据程序，

> QMOW 的主要责任是确保舰船的安全航行。为此他应该：
>
> (a)用任何可行的办法确定舰船的方位。
>
> (1)所有定位都要绘制。
>
> (2)当舰船在开阔的海上行驶时，只要信息有效，定位应至少每小时绘制一次。
>
> (3)当大陆用肉眼或雷达可见时，定位应至少每 15 分钟绘制一次。
>
> (i)视觉方位优先。
>
> (ii)填写雷达位置同样必要。
>
> (4)定位可能从下列任何组合来源获得：
>
> (i)视觉方位。
>
> (ii)雷达范围。
>
> (iii)雷达方位。
>
> (iv)测深仪（测深绳，等深线，或平顶海山）。
>
> (v)导航卫星。
>
> (vi)Omega 导航系统。
>
> (vii)天文观测。
>
> (5)由视觉或雷达来源得到的定位将至少包括三条 LOP（位置线）。
>
> (b)通过长时间的罗盘定位测定因舰船运离陆地浅滩和其他固定危险而产生的危险，或者高度关注对国际水域的侵犯，应预知舰船是否确实停靠在危险或背离法律许可的/委派的海域中。

29

文件中的(a)、(b)条款描述了循环定位的两个主要部分:测定舰船的位置和设计航线。航位推测法的程序将会在第2章详细解释。已经测量好的方位相对于绘制收集和传递舰船位置的过程而言只是海图的遗留物。一系列的方位测定不仅是一部舰船定位史,也是一部产生定位信息的过程史。绘制所有方位的要求确保了完整的定位史,该要求还为检测和修正定位史中的错误提供了某些机会。舰船定位的时间间隔在公海大概为60分钟,而当舰船进入可视范围或当雷达与陆地取得联系时,其时间间隔不会超过15分钟。当接近陆地时,舰船可能会比在公海更快地陷入危机。船员们清楚舰船并不容易在公海沉没,而是靠近陆地才会有大量坚硬的沉积物。因此当接近陆地时,舰船定位也会更为频繁,以保证能预测和避免这些威胁。目测方位作为最准确的定位方法被优先考虑。定位信息的潜在来源被大致排序以保证其准确性和可靠性。

此过程表明定位通过大量来源的组合而获得。让我们简单地考察这些来源,以及有助于舰船定位的各种信息类型的性质。

## 舰船定位的信息来源

### 目测方位

目测决定方位是最简单的定位方法,也是本书大量提及的方法。为此,需要一张有关舰船周边区域的海图和测量连接舰船和海岸陆标的方向(通常从船的北面开始测量)的方法。从舰船看过去的陆标的方向称为陆标方位。想象一下位于舰船与已知陆标之间的一条视觉线段。尽管我们可以测定它的一端位于陆标以及这条线段的方向,但是我们不能在海图上画出一条直线来对应舰船与陆标间的线段,因为无法得知它的另一端位于何处。这一端实际上就是舰船所在的位置,而这也是我们试图想要发现的。

30

假设在海图上画这样一条线,它的一端始于地图上所标出的陆标象征物,然后一直延伸到所设想的舰船所在地——可能远在海图的边缘,因为并不确定。我们仍然不知道舰船的位置,但是我们知道的是,当方位确定了,舰船一定在该方向所在的线段上。因此这条线被称为位置线(line of position,LOP)。如果根据另一个已知陆标的视线方向,可以得到另一条LOP,那么就可以确定舰船也在这条LOP上。而如果舰船同时位于两条LOP上的话,那么舰船唯一所在的位置就是这两条线的交点。由这两条LOP所确定的交点必定限制开展观测的地点。在实践中,可以根据另一陆标测定出第三条LOP。这三条LOP会组成一个三角形,其大小可以表明定位的质量。据说有时候导航者的焦虑程度与该定位三角的大小成正比。

目测方位对陆标的观测(与北面相关的方向)通过一种特殊的望远镜(alidade)完成,这种望远镜称为照准仪。架在它下面的旋转罗盘转发器提供了实际的北面参考数据。照准仪的棱镜可以使旋转罗盘的范围覆盖整个陆标图像(透过这一视图的景象如图 1.2 所示)。这个旋转罗盘转发器安装在驾驶桥楼外侧的船翼上。每一个都被固定在坚硬的金属基座上,它们安装得足够高,可以伸展到用来固定在船翼的齐胸高的金属栏杆上面。

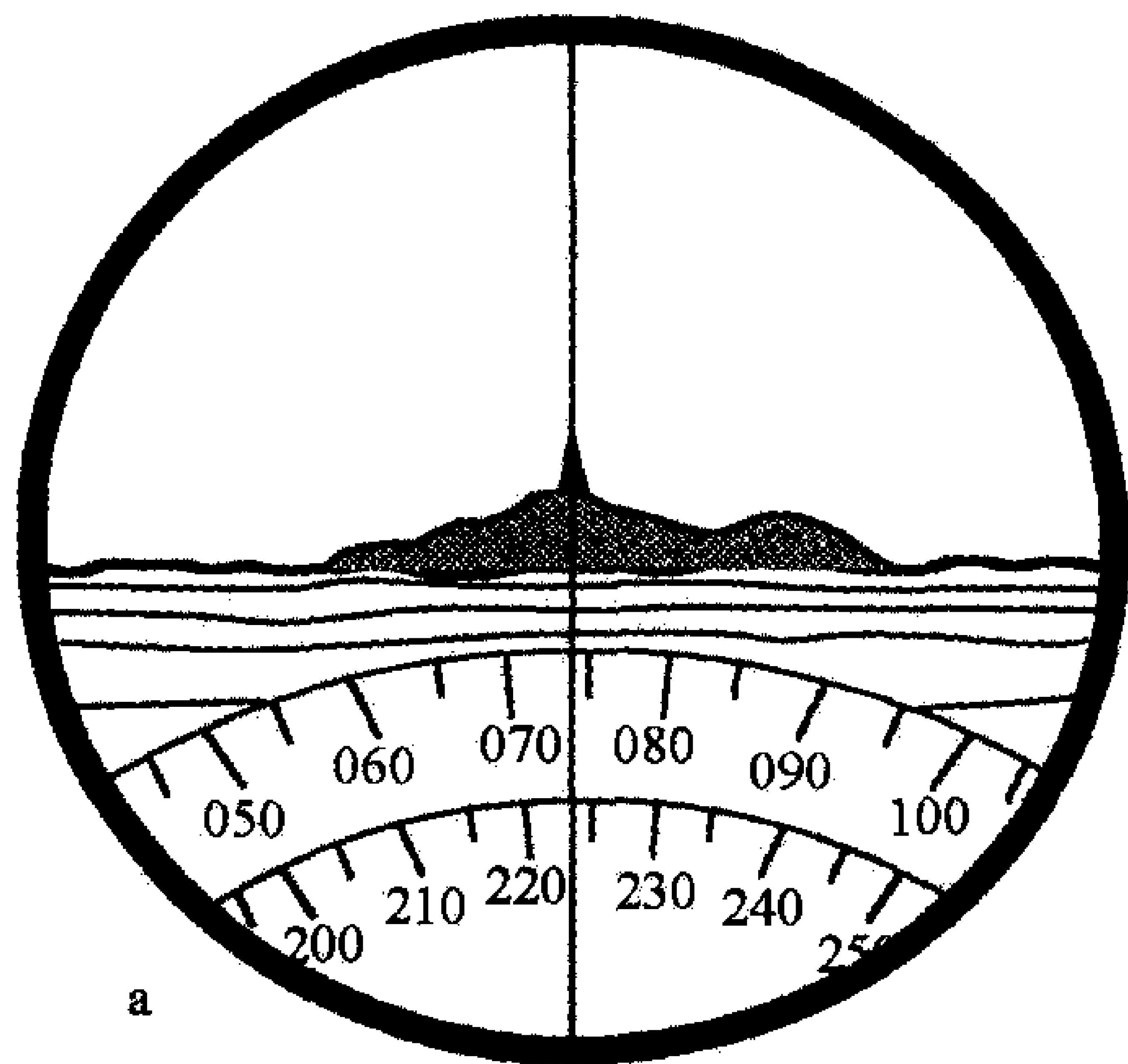



图 1.2　照准仪的视镜。照准仪内部的棱镜重叠了两个罗盘刻度对望远镜视域的镜像。内部刻度是旋转罗盘转发器,外部刻度稳定地指向舰船并显示舰船航向的方位。

从左舷侧翼到海图桌最直接的距离是通过一扇位于导航桥楼后部的大门,也就在船长座位的后面。当天气很冷时,Palau 号船长不允许人们在这扇门中通行。其他从左舷侧翼到海图桌的唯一路径就是去通往船岛的楼梯间的船尾舱口,然后在内部通道向前经过船长的海舱和海图室。有时候很难能找到确切的方位,因为这需要花费很长时间在整个第五层上走来走去。

31

**雷达**

雷达同样可以提供定位信息。舰船桅杆上的雷达天线在转动的时候会传递带有磁性的电波脉冲。当脉冲碰到障碍物时,就会从该处反射回来。有些反射可以回到发射脉冲的雷达天线。通过测量雷达接收脉冲的时间,雷达可以计算出该对象的远近。这种距离称为对象的“范围”。当反射脉冲回到天线所指的方向时就可以给出对象的方位。

雷达范围比雷达方位更准确一些,因此在方位测定时被优先考虑。在实际情况中,雷达范围的方位环线测绘经常与目测方位相联系来得出具体

的位置。表面搜索雷达装在左舷一边的导航桥楼的前部。每一个都配有很重的黑色橡胶闪光保护物,以改进在周围环境是高光情况下的可见度。这种闪光的防护罩不允许两个或更多的人同时观察海域。表面搜索雷达还有非导航的用途。甲板上的船员可以用雷达去观察和跟踪其他舰船的航行。32 这通常是指一个小的范围。但是导航任务常常面临着广阔的区域,有时,会出现两个使用者同时使用望远镜的冲突。从一个范围转换到另一个范围并不难,但是,在改变范围后,为了获取所需信息,控制者需要等待很长时间使雷达天线旋转到新的范围。

**回声测深仪**

回声测深仪的功用是测定舰船下方的海深。它发出一种声音脉冲,然后测定此脉冲到达海底并从海底返回的时间。时间延迟会通过笔尖在纸上的移动被记录下来。笔尖在纸的上端时发射声音脉冲,再按照一个固定的速度从上向下移动,并且在回声被探测到的时候接触一下纸面。也就是说,笔尖在记录之前在纸上移动的距离与回声返回所需的时间是成正比的,而这反过来与水的深度也是成正比的。如果水很深,声音回来的时间就更长,笔尖在接触纸面向下移动的距离也越远。水的深度可以从纸张上表示的刻度读出。通过变化笔尖的行进速度可以改变回声测深仪的刻度,来测定更深或者更浅的水域。纸张装在一个电机驱动器上面,驱动器使纸张在每次脉冲前向侧面移动一点。这支笔架在一个自动控制并且根据脉冲移动而移动的纸上。这样的结果就是不停地绘出舰船下方水的深度。

Palau 号的回声测深仪的位置就在海图室,所以值班军需官必须离开桥楼才可以使用。

**导航卫星**

导航卫星系统现在很平常。它们使用方便,并且提供高质量的定位信息。在本次研究中,它们的主要缺陷是许多导航卫星定位的平均时间间隔大概是 90 分钟。从卫星信号接收计算出舰船的位置之后,导航卫星系统持33 续不断在旋转罗盘(方向)上和航海日志(速度)上输入更新的舰船位置。Palau 号上的导航卫星系统(位于海图室)是一个尺寸类似小提包大小的盒子,数字读出器中持续显示出舰船所在的纬度和经度。

导航卫星系统必须用航位推测法在定位的长时间间隔中来更新位置,这使导航卫星位于信息来源列表的底部。根据全球定位系统(GPS)的使用,现在连续的卫星定位是可行的,用航位推测法来更新位置的需求已经过时。军用 GPS 可以精确到在三个维度上都小于一米的程度。民用的 GPS 则有意地降低到相当低的精度。GPS 很可能改变导航的方式,或许在这本书上

所描述的大部分程序已经是过时的了。

**Omega 导航系统**

Omega 导航系统的测量状态不同于多重站点的信号接收。Omega 导航系统倾向于提供全球范围内的准确定位能力。在实际情况中这是不太现实的。无论问题的来源在哪里，它们都会被视为非常严重以至于接下来的警告会出现在标准观察手册上。

> 注意：用 Omega 导航系统确定位置是一种过高的期望，除非可以得到其他来源信息的证实。在近几年里，许多耗资巨大又令人尴尬的搁浅事件都直接归咎于对 Omega 导航系统的信任。在没有导航员确定的许可下让无根据的 Omega 导航系统来作方向定位的确是一个不切实际的决定。

如果该系统被视为是如此不可信以至于措辞强烈的警告都写进了程序中，那么它在船上又在做什么呢？我认为答案出自军方研究组织和技术发展基金双方的交互行为中。Omega 导航系统不仅是一个在所有缺陷都被更正前就投入使用的系统，而且在所有的缺陷被更正前它就已经被其他的高级技术所取代。何况，军队出资购买使其可以在偶尔的情况下提供有用的导航信息。

Palau 号的 Omega 导航系统安装在海图室里。

**天文观测**

通过测量地平线上一颗星星的角距离，观察者可以测定星星正下方映射在地球表面的那一点与他所在之处的距离。这一点形成了所在位置圆周的圆心。由于近大远小，每一个可观测的天体都能勾画出一个位置圆周，并且那些进行观察的船舰都必须位于位置圆周的交叉点。天文观测列于信息来源列表之末。当观察正确时，天文观测可以提供非常好的位置信息。 34

然而，天文观测有两个主要缺点：第一，只能在特定的气象环境下进行。这样使天文导航不易开展并难以传授。几个高级军需官曾告诉我，他们喜欢在南加利福尼亚控制海域训练任务时讲授天文导航，但是，由于空气污染和光污染（它使夜空变得明亮，除了很亮的星星之外模糊了一切，并掩盖了地平线），很难有合适的机会。第二，这一过程需要复杂的推算，即使利用专业计算器，一个专业的天文导航员也需要半个小时的时间才能利用那种复杂的计算器去计算一个准确的天文定位。所有这些因素导致了该技术的很少使用。我相信在不远的将来，那些知道如何通过星星定位的唯一导航员，

就是那些承担不起导航卫星系统上千美元的费用而乘游艇巡航的人。

**航位推测法分析仪**

航位推测法分析仪(DRAI)是最有意思的导航装置之一。它是一个机械式的模拟计算机,从舰船的速度日志和回转罗盘上读取数据,通过发动机系统、轴承、传送带和凸轮,连续计算经度和纬度的变化。航位推测法分析仪的输出显示在两个刻度盘上:一个读出经度,另一个读出纬度。如果这些刻度设定为当时的经度和纬度,航位推测法分析仪内部运动计算的变化可以使其跟随舰船的经纬度变化。Palau 号的船员说,如果适当注意,航位推测法分析仪是非常准确和可靠的。旧版本的航位推测法分析仪,如 Palau 号使用的那种,自 20 世纪 40 年代开始广泛使用。新版本的航位推测法分析仪,安装在一些新的舰船上,发挥着同样的电子计算的功能。

**针测装置和虚拟测速器(Dummy log)**

35 针测装置是穿过船体伸入水中测定舰船在水中的实际速度的装置。针测装置可以延伸到船体外几公尺,通过测量磁性区域内水波的变形来得到舰船速度。针测装置测量出的速度信号反馈到桥楼上的速度监视器和所有进行自动航位推测法的装置上:导航卫星、航位推测法分析仪和惯性导航系统(如果有的话)。

如果舰船行驶到浅水区,针测装置将不能从船体伸出。在这种情况下,或者在由于其他原因不能使用针测装置的情况下,虚拟测速器就会派上用场。如果一艘舰船既不加速也不减速,它的速度可以从螺旋桨的旋转中被相当准确地估计出来。虚拟日志就是这样一种可以感知旋转速率的装置,并且会提供一种仿针测装置在对应速度下得到的数据信号。

这两种装置离导航团队正常活动的工作地点较远。行进速度显示在导航桥楼的右舷前方,但是很少被导航团队参考。

**计时器**

在 Palau 号海图室里,一个特殊的箱子中保存着三个传统的发条驱动钟表。每天的读数都有记录,因此这些计时器的变化趋势也会被记录下来。当无线电通讯的时间信号可读取时,这些记录就会被保存,所以当无线电通讯信号出现问题时,钟表就可以自动显示。例如,如果日志显示一个特别的计时器每天都慢一秒的话,同样的变化速度也会被假定,直到有更多可靠的时间来源为止。

这些导航信息的多重来源以及许多约束舰船定位的信息引出了该系统一个重要的属性:位置是由多重或单一信息的组合所决定的,这允许导航团

队检查这些信息彼此多重表征之间的一致性。独立驱动的若干表征之间相符或相异的可能性，与个别表征是错误的可能性相比要小得多。

## 1.14 海图桌

前面的章节描述了值班军需官履行的主要职责：保证舰船进行安全导航时所用到的那些信息的来源。这些来源所提供的信息汇聚于海图桌，在这里绘制位置和规划路线。 36

标准观察程序对 QMOW 有特殊的额外限制，向我们表明了导航团队任务设置的其他方面：

> 海图桌及其周边在任何时候都禁放其他无关材料。只有使用中的海图，必要的出版物，观察日志以及必要的记录/绘制用具才能放在海图桌上。

海图桌位于导航桥楼右舷墙的上方，在很大的向外延伸的窗户下面。它足够宽大，可以放下标准尺寸的海图以及工具——大概 4×6 英尺。在海图桌的下面有一个锁着的抽屉，存放着海图、出版物和绘图工具。一个用来放置双目镜的柜子上了锁，置于海图桌下方的边上。

### 海　图

定位任务最重要的一项技术就是海图。海图是仿真实地理空间的有特殊构造的模型。舰船在空间的某处，要决定舰船的位置或者说定位，就要在相应的海图上找出舰船空间位置的对应点。来自视觉观察的 LOP、雷达定位、雷达范围、天空观察和等深线测量都绘制在海图上。根据导航卫星系统，由 Omega 导航系统或者远距离无线电导航系统确定的经纬位置也直接标注在海图上。一个定位可能需要这几种信息的组合来确定。

海图的印刷采用了高质量的彩色纸张。上面用一些复杂的符号描述出自然和“文化”的特征（见图 1.3）。

Palau 号保管的海图总量约为 5400 张，描绘了全世界的港口和海岸线。用于手边的一套完整的海图就放在海图桌上，不那么详尽的就放在海图桌的抽屉里。剩下的图表就放在第二指挥舱的海图室里。

37

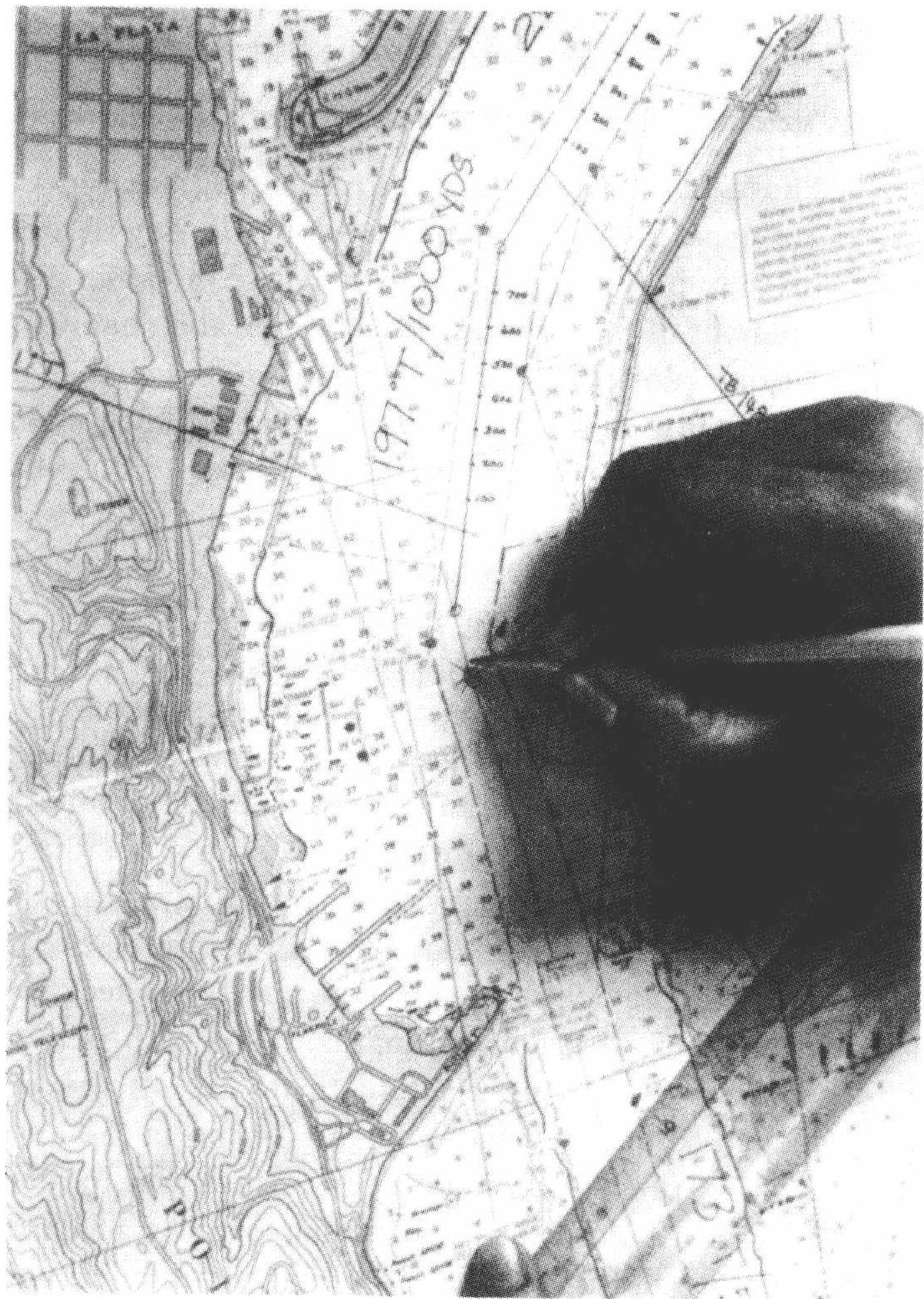



图 1.3　一张使用中的海图

该图包括了水上和水下的特征信息。本图显示的是圣地亚哥海港入口。

## 值班军需官的次级任务

38　　根据标准观察程序：

> 值班军需官的次级任务是保存日志。

那些有商船导航经验的人们经常说，没有必要为了让一艘大船驶进港口而做了全部的工作。毕竟，好的舰船驾驶人员可以"观察"到舰船的航行并且将它驶进河道，而不需要在短暂的间隔时间中进行定位。不需要那些导航记录而能将舰船驾驶进一个窄小河道的可能性并不是说这样做会更容易。即使直接驾驶没有出错，在海图上绘制和规划舰船的位置对于掌船军官来说也是非常有用的资源，并且，当确实需要导航团队去绘制位置并且计算转弯角度时，掌船军官的任务将会通过他所收到的导航团队的建议而得到极大的简化。如果出了什么问题，导航团队将必然开展以下两个方面的工作：第一，根据所出现的问题，保证舰船脱离危险的对舰船位置的计算和追踪十分必要（参看第 8 章案例）。第二，由导航团队保存的记录——图表、甲板日志、定位日志——都是有法律效应的文件。如果舰船发生灾祸，必须尽快将这些文件谨慎地从海图桌上锁进执行军官的保险柜里。这一预防措施是为了保证文件在移交到事件调查机构之前不会因此毁坏。这些记录可以保护导航团队、船长、舰船以及最终海军部不会因为忽视或者操作不当而受到指控。对此 Palau 号的导航员助理如此辩护：

> 在驶入圣地亚哥港时，可以什么都不注意。但从法律角度上讲，不能这样做。如果没有把所有的事情都检查好，并且有什么事情发生了；如果你认为这对你没有必要，这项检查的工作可以不做；如果河岸附近的浮标松动了，并且开始与船体摩擦，朋友，你最好想一切办法弥补，因为它们会试着让船长陷入麻烦。除非他能用记录证明他所做过的一切都是对的。现在……商船大可以不必如此。他们可以说"我们在海峡的中间，一个可怕的东西袭击了我们，如果这其中有任何的损失，没关系，去投诉公司吧。"

其他的记录也要保存起来，包括旋转罗盘的单独记录（一天登记两次），以及另一个磁罗盘的记录。（航迹推算的读数在每次观察的开始就记录在磁罗盘的日志上。）还有另一个是舰船精密计时器的日志。在限制水域操作时，回声测深仪的日志和回声测深仪保存在一起，准确地测量水深会产生回声测深仪的记录。舰船位置的记录是每天更新的。 39

## 值班军需官的第三级任务

观察军需官的第三级任务是："在监察过程中给甲板军官所有可能的帮助。"舰上总值日官也就是通常的指挥官，尽管他可能只被委派了初级军官

的职责。值班军需官与舰上总值日官之间关系的重要性反映在标准观察程序上：

> 值班军需官不能离开桥楼，除非去读取航机推算和回声测深仪的读数，以及必要时收集导航卫星系统和 Omega 导航系统的方位。如果他离开了桥楼，他将通知舰上总值日官，然后尽可能缩短自己的离岗时间。（如果一个海图室的军需官被分配了任务，值班军需官就没有必要离开桥楼，除非在适当换班的时候。）

舰船的操作是一个部分关闭的信息回路过程。指挥官通过观察桥楼窗外的情况确认舰船在海上的位置。导航团队的成员也通过观察来理解世界；但是尽管如此，他们也要通过其他的渠道收集信息，并分析出更综合和准确的关于舰船所在位置的表征。导航团队根据这些表征向掌船军官提出建议，后者采纳（或者不采纳）这些建议将影响那些已经被确认和说明的舰船在海上的实际位置。

导航团队在一定程度上依靠于指挥官，如果指挥官改变航向或者在推荐区域外改变船速，整个导航团队的工作量就会增加。有时军需官规划舰船下一步的行进会涉及变更方位和船速。当遇到这种情况时，预计的线路是精心设计，事先计算和策划好的。如果舰船按照之前计算的线路航行，许多需要的计算将会提前完成。当舰船偏离了预定的航线，新的计算会要求重新建立某时某地的相应的多种计划。例如，有一次 Palau 号的航程是从港 40 口启程出发，一个缺乏经验的指挥官在到达既定地点之前转了好几个弯。该情况的发生是因为舰船的甲板如此之大，又高出水平面，以至于从驾驶桥楼上看，舰船前几百码的水面成了视觉的盲区。当航道很窄而转弯很急时，航道浮标转弯前就消失在甲板下。对缺乏经验的指挥官而言，在浮标消失在船头之前转弯最理想。一旦浮标消失在甲板下，就很难估计舰船是否会撞到浮标。为使舰船保持航线，指挥官必须受过严格的训练，而且必须信任导航团队。

指挥官受到的其他约束使他不能经常从事那些对导航团队来说最简单的事情。一次 Palau 号的工程部门发现舰船推进器的船轴发出隆隆的噪音。为了检测问题，工程师提出了右舵 5 度、再左舵 5 度、再右舵 10 度、接着左舵 10 度的要求。舰船转过了 80 度的转弯。这时舰船已经离开了陆地的可见和雷达范围，在这些情况下，舰船位置只能由航位推测法来确定，这是一个非常困难的任务。

**战斗信息中心**

导航团队也协同战斗信息中心(CIC)而调整行动,信息中心位于飞行甲板底下。位置图副本由战斗信息中心的操作专家(OSs)保存。他们运用雷达方位和范围确定舰船的位置。在视野不好的情况下,战斗信息中心是为指挥官提供导航建议的主要来源。Palau 号上负责导航部门的首席军需官对这一职责的变换作了如下说明:

> 他们是一个整体的团队(在战斗信息中心),工作完成得极其出色。无论遇到何种情况,他们都是一个后盾。在能见度低时,他们有最好的雷达,并总被认为是最重要的。我曾经这样告诉过我的导航员:"除非我牺牲了,否则只要我在船上,就会尽快跑到甲板上,并且在甲板上为导航做一切事,这就是我。我会将文件交给你签字,在你需要的任何时候站在你背后。你不会有麻烦而解决不了,导航就是我的事业。"对一个操作专家而言,这是他们的第二级职责。在我的工作中,有些人要战斗信息中心来承担这些责任。但我不会这样做。

41

我对此话深信不疑。

**空中指挥**

导航部门给空中指挥提供方位信息,他们负责控制从飞行甲板上起飞的飞机。空中指挥最经常需要的信息包括位置或者计划位置,这些信息都供在船上着陆的飞机使用,方位和着陆距离的信息则供在船上起航的飞机使用。

## 1.15 海锚小分队

一艘船进出港口的导航是一项困难的任务。舰船是一个巨大的物体,惯性使它对推进器速度或者方向舵位置的改变反应很慢。船舵转向不会有立即的效果,但是一旦舰船开始转弯,它就将持续转向。同样,停止引擎也不会停止舰船的运动。在没有动力的情况下,舰船依靠速度还能行驶几英里。要想在很短的距离内停止前进,推进器必须朝相反的方向转动,但是即使这样舰船也减速得很慢。因为效应的滞后,改变舰船的方向和速度必须在事先就考虑和计划好。基于舰船的特性和速度,停止或者转弯的行动必须要在到达预定停止或者转弯的地点提前几十秒或者几分钟作出。

为了提供在舰船紧急状况时舰上总值日官所需要的舰船方位和运动的信息，海军船舰的导航部门采用了被称为海锚小分队的监控组织。领航水域在标准观察程序中的定义如下：

领航水域——导航 5 英里范围内的陆地、浅滩或障碍地区，或者等深线 300 英尺范围之内，任何更远离陆地的区域。

受限水域——在最远的对导航援助的范围内或者等深线 60 英尺范围之内，任何更远离陆地的区域。

42

1. 当在受限水域内运行时，海锚小分队将被配置。
2. 值班军需官将保证至少提前 30 分钟呼叫海锚小分队的所有成员进入受限水域。
3. 海锚小分队的组成：
   a. 导航员
   b. 导航员助理
   c. 导航绘图员
   d. 导航方位/时间记录员
   e. 右舷罗经刻度盘操作员
   f. 左舷罗经刻度盘操作员
   g. 受限操控舵手
   h. 值班军需官
   i. 后舵受限操控舵手
   j. 回声测深仪操作员

只要视觉有足够的能见度，海锚小分队的主要任务就是通过目测方位确定舰船所在的位置。罗盘操作员驻扎在左舷和右舷两翼，就在导航桥楼门外的地方。他们测量专用于导航陆标的方位，并报告给方位/时间记录员（以下用“记录员”表示），记录员会登记在方位日志上。记录员站在导航桥楼海图桌的后面。方位日志就放在海图桌上的海图旁边。导航绘图员站在海图桌旁，在海图上用线段标出所记录的定位，以此来确定舰船的位置。绘图员也要规划舰船下一步的位置，他和记录员一起选择给罗盘操作员的导航陆标，用于未来的方位。受限操控舵手站在导航桥楼中央的操作台前，依照掌船军官的命令操控舰船。在海锚小分队中，观察军需官主要负责舰船的日志，包括引擎和船舵的命令及舰船其他导航结果的记录。观察军需官站在海图桌的前面，把舰船日志放在海图桌上。受控操作舵手在操控台后

面的隔间里，在船尾部方向舵的前面。一旦船的舵轮出现了问题，操控的职责能更直接地由后舵受限操作舵手所接替。回声测深仪操作员在海图室，用一道防水墙隔开导航桥楼。回声测深仪操作员报告着每个位置船体下方的水深状况。导航员负责整个导航团队的工作，但通常并不直接参与其中。在 Palau 号上，即便是管理整个导航团队的首席军需官，他的作用也相当于 43 助理导航员。如果所有的船员都非常富有经验，助理导航员将不会在任务执行时起到实质性的作用。但是，因为 Palau 号人手不足，能用的人员又经验不够，助理导航员也负责导航绘图员的工作。

## 1.16 叙述：视界

在一个春天明媚的下午，美国军舰 Palau 号花了几个小时完成了工程钻井，钻头在小小的空间里不断地冒着热气，最后在水中停了下来。Palau 号已经在海上机动航行了好几天，现在正在圣地亚哥海港的南入口处。船员们渴望着上岸，但陆地在视野中模糊不清，舰船绕着圈子停在水中，当家园已经清晰可见，这时的停顿不免令人非常气馁。因此，当工程观察军官在桥楼上通过对讲机报告“主机器预热完毕，准备运行”时，导航桥楼里传出一片欢呼声。甲板军官确认了推进器准备完毕，并且建议轮机员“以 15 码的速度行进”，这意味着他们应该准备接受船速每小时 15 海里的命令。过了一会儿，掌船军官命令引擎加速。导航桥楼里的士气立刻大增。

二级军需官（QM2）约翰・西尔弗（John Silver）站在导航桥楼的海图桌旁。他带着声控电话机（有耳机和领口麦克风）来与导航桥楼之外的导航团队其他成员联系。当他得知舰船将马上重新起航时，他按下麦克风上的传输按钮说道：“我们开工喽！”

在舰船右舷的平台上，也就是导航桥楼大门外高出水面大约 50 英尺的地方，水手史蒂夫・维勒（Steve Wheeler）倚在围栏上，盯着船体边静止不动的泡沫碎片，猜测着机械钻头什么时候会停止，舰船什么时候会起航。当他从收话器里听到西尔弗的呼叫时，他抬起头开始仔细察看作为主要导航陆标的城市地平线，维勒是右舷罗经刻度盘操作员，他的工作是观察陆标并测 44 量其相对舰船的方向。作为一个新手，这项工作之前他只做过一次，而且还不能确信如何识别所有的导航陆标，也并不完全清楚执行的程序。

在导航桥楼里，首席军需官瑞克・理查兹（Rick Richards）走到海图桌的前边，从二等军需官詹姆斯・史密斯（James Smith）的肩膀上看过去，看见

史密斯正在甲板日志上记录指挥官的命令:“正前方,舵左转 10 度,航道 305。”

理查兹转过身和西尔弗一起趴在海图桌上。让他们开心的是将要出发前往最后的目的地,他们也知道驾驶 Palau 号进港是一件繁重的工作。他们检查了海图上进入圣地亚哥港的路线。西尔弗在海图上找到了一些重要的导航陆标的标志,并用手指比划着导航陆标到最后标注出的舰船位置的路线。这些虚构的路线代表着从舰船到导航陆标的视线。他确认了这些被分割线段的角度,指着海图对理查兹说:“这些怎么样?”“是呀,那些挺不错。”首席军需官回答说。

西尔弗是导航团队的方位记录员。他的工作是管理在舰船两翼的罗盘操作员并且记录他们测量的数值。一旦西尔弗选定了导航陆标,就会把它们分配给罗盘操作员们:“嗨,史蒂夫,当我们进入的时候,你监视德尔(Del)旅馆和潜水(Dive)塔。约翰,你负责洛玛(Loma)点。”维勒回答道:“好的!”并从耳机里听到左翼的水手约翰·佩因特(John Painter)说了声:“没问题。”

维勒从水面向远处看,找到海岸上德尔科罗拉多(Del Coronado)旅馆圆锥形的红色屋顶,然后找到海滨南线被称为潜水塔的建筑。就在那里了。维勒的手放在照准仪上,照准仪安装在工作台上齐肩高的底座上。他很快找到了照准仪上潜水塔的大致方向,然后伏下身子,把右眼靠近橡胶目镜浏览视域。他看到了海岸和水平线附近低矮的建筑。他往左右移动目镜,直到潜水塔进入视线,然后他仔细旋转瞄准器,到瞄准器的垂直指针落在塔的正中央。穿过照准仪的视野下方,他能看到罗盘卡片刻度的一部分。细小 45 的指针穿过刻度,三个小的钩号在一个标号为 030 的大记号的右边。另一个大记号的标号为 040,仍在右侧的更远处。维勒数着这些小的钩号标记并记录下潜水塔的方向是 033°。

当西尔弗分配了导航陆标给罗盘操作员后,他在方位记录日志栏目的前面写下每个被选中的导航陆标的名称。这本方位记录日志就放在海图桌上,位于他与海图之间。

西尔弗看着自己的腕表。这块表是数字式的,在他几个小时前进入岗位时,他已经把表调整到与导航桥楼后面墙上挂的钟同步了。现在他从手腕上取下手表,把它放在面前的海图桌上,就在他的方位记录日志上面。当舰船开始移动并开始返航时,绘图员理查兹告诉西尔弗注意搜寻方位。当时的时间是下午 16 点 13 分 40 秒。西尔弗决定下一次方位观察的正式时间是 16 点 14 分,所使用的是军事 24 小时的符号标准。他在方位记录日志的时间一栏写上“1614”,并在 16 点 13 分 50 秒拿出对讲机:“准备标记,时

间 14。”

水手罗恩·怀特(Ron White)坐在高高的海图桌凳子上看着回声测深仪上的显示。他前面的海图桌上放着一本回声测深仪日志。当他从耳机里听到“准备标记”的指令时，他从显示器里读取了船下的水深并用内线电话报告：“90 英尺!”然后他在自己的本子上记录了时间和水深。西尔弗在方位记录日志上登记了水深。

在舰船的右舷翼，维勒听到报告：“准备标记，时间 14。”在他把指针调整到指向潜水塔中间时，他听到了回声测深仪操作员报告目前船下的水深为 90 英尺。指针现在调整到了刻度 034°。维勒按下了对讲机的麦克风按钮报告道：“潜水塔，034。”这是一个错误。尽管方向是正确的，但是激动的维勒在回声测深仪操作员报告后将他的方位脱口而出。他应该循着导航陆标，并只有在记录给出“标记”这一信号后才报告方位。左舷的罗盘操作员注意到了这个错误并吼道：“他没有说‘标记’。”

然而这时候该记录方位了。维勒的错误不是一个严重的时间失误，他仅仅是早了几秒钟。重要的是要使观测结果与“标记”时间尽可能接近。讨论这个错误将会比继续下去更具有破坏性。现在不是教训或者改正的时间。方位记录员迅速地从现在的状态重新开始这一程序，他给出一个“标记”信号，确认了原先的方位有效，并催促罗盘操作员迅速报告：“标记它，我看到了潜水塔，史蒂夫。快点。”然后西尔弗在方位记录日志上标着潜水塔的一栏上写下“034”。 46

绘图员首席军需官理查兹正站在西尔弗的旁边等待着方位。他倚着海图桌看着西尔弗在日志上写潜水塔的方位。西尔弗注意到理查兹正伸长脖子看着本子上的方位。他把脸凑近理查兹轻声说：“034。”理查兹从方位记录日志上移开视线，看着他手上的测绘工具认可道：“啊哈。”

理查兹拿着一个单把手量角器。该量角器有一个 180 度的圆形刻度和一个长 18 英寸的直尺边，刻度的中心有一个枢轴。它用来在海图上画出舰船与导航陆标之间的连线。理查兹用量角器有刻度的直尺边在第四个钩号标记与右边标明 030 的大标记之间画了一条直线，转动把手的枢轴突起点把它们锁定在刻度上的相应位置。然后他把量角器放在海图上，找到图上代表潜水塔的标志，用铅笔在海图上的该标志上点了一下。他拿着量角器，把直尺边移到该点上。保持铅笔尖沿着直尺边，并使量角器的刻度远于海图上标注的导航陆标的预料方位，理查兹绕着海图滑动量角器，直到量角器刻度的方向结构与海图的方向结构连成一条直线。量角器把手的直边放在海图上，使得舰船和导航陆标也连成一条直线。理查兹把量角器稳稳地放在

适当的位置,一边从导航陆标的标志移动他的铅笔,沿着量角器的边,到海图上代表船方位的附近画了一条线段。理查兹仅在期望舰船所在的方位附近画了一些线段,尽量保持了海图的整洁并避免不同方位线段交集所构成的虚假的三角形。

当理查兹在为潜水塔绘制方位线的时候,左舷罗盘操作员报告了洛玛点的方位。这时西尔弗已经知道了左舷罗盘操作员的报告("339,洛玛点"),理查兹已准备好画下一个方位。因为他正站在西尔弗的右边,他能听到西尔弗对着对讲机麦克风所说的话。他听不到罗盘操作员或者其他线路的人对西尔弗或者其他人说的话;尽管如此,他能听到西尔弗所说的,他通过西尔弗的确认知道了洛玛点的方位。

当罗盘操作员正在报告"洛玛点,339",理查兹军官正在测绘潜水塔时,水手维勒的视线转移到德尔旅馆最高的尖顶,他调整指针,读取刻度上的方位。他听到了耳机里的记录报告"339,洛玛点",但是他试着不去听,因为当电话线路一安静下来他就要报告自己的数字:"德尔旅馆,024。"然后他听到了记录员收到报告:"024,德尔旅馆。"无误的报告被收到并回应,因此维勒没有多说什么。

"准备标记"的信号和第三个方位的确认大概间隔了30秒钟。罗盘操作员们在他们的岗位上放松了大约1分钟,他们所报告的方位被导航团队的其他成员用来确定舰船在观测时间的位置。罗盘操作员们并不准确地知道他们所报告的方位会被怎样操作。

在最后一个方位确认后的10秒钟内,理查兹已经画好了方位三角并准备标注观测时间。他问西尔弗:"好了,那是什么时间?"西尔弗看着方位记录日志上的时间一栏回答道"14",代表正点后的14分钟。

随着方位的测绘和标注,理查兹和西尔弗开始预测在下一个方位时间(3分钟后)舰船所在的位置,并决定哪条路线是进港的最佳路线。理查兹一边绘图一边缓缓地说:"它仍在转弯,这将使我们正好停在这里。"他在海图上画了一个弧形标志以代表舰船已经拐弯的轨迹。西尔弗看了一下规划位置并决定用于先前定位的三个导航陆标同样仍将适用于下一个方位。

在16点16分50秒,西尔弗按下了他麦克风上的传输键说:"准备标记,时间17。"

"90英尺,"回声测深仪操作员报告。

西尔弗说:"标记它。"罗盘操作员们报告了他们的方位,西尔弗一一确认。

"洛玛点,338。"

“338,洛玛点。”

“潜水塔,035。”

“035,潜水塔。”

“德尔旅馆,024。”

“024,德尔旅馆。”

理查兹绘制着船的位置,但是没有沿着他已经计划好的轨迹。西尔弗评价计划转弯的半径:“那是一个大椭圆。”理查兹看了一下海图回答:“啊,是的,”他说。“这船的推进力真是太慢了。我认为它只能达到 9,但它甚至连 4 都不到。”两人都笑了,西尔弗说:“重新计算。”他们静静工作了大约半分钟;共同重新计算了速度,核对了新方位的线段位置并测量了原先位置与最后位置之间的距离:400 码。理查兹摇摇头说:“4 节。”西尔弗点点头说:“对。”理查兹指着计划的舰船路线轨迹。“最初 3 分钟开 4 节,”他说,“照这个速度我们最好调整一下时间。”

# 2 作为计算的导航

49　导航是指将舰船或飞机从一处指引向另一处的过程，形式多样。本章的论述将有助于分析导航技术人员的信息处理过程，这些人员运用的导航技术在西方科技文化中被称为水面舰船导航。导航即判断舰船相对已知地理位置的方位。本章将致力于对导航进行计算层次上的记录，而不是展示和描述传统意义上的导航过程。这一记录将和很多其他形式的导航在计算依据上有一定的共性，包括天体导航、空中导航和无线电导航。本章将顺带提及这些形式的导航，但重点将论述陆地附近水面舰船的导航。故除非特别注明，导航在这里是指对舰船的导航。

我已将由船桥上的小组所执行的舰船导航视为认知分析的一个单元，并将致力于把认知科学的主要隐喻——作为计算的认知——运用于系统的操作。这样做并不意味着我承诺将每个个体实施的计算考虑在内，我只能说无论个体作怎样的计算，它都是全队更大计算系统的一分子。不过我也相信可以像传统意义对认知的描述那样去描述我们所观察到的大系统的计算活动——即通过创造、改变和传播表征状态来认识计算。为了认识导航是一个计算或者信息处理的活动，我们需要构建对信息处理系统的认识。大卫·马尔(David Marr)根据视觉观察并思考视觉以外的信息处理系统，发展了一套认识信息处理系统的理论。本章的论述正是建立在马尔(1982)对不同层次认知系统的区分这一基础之上。

## 2.1 马尔的描述层次

50　在马尔关于视觉的工作中，他认为要通过若干层次的描述来理解任何

一个信息处理系统。在他看来，有三个最重要的层次：第一层次是针对认知系统所实施任务的计算理论。这一层次描述必须明确系统做了什么，为什么这么做。它必须指出系统的运作有哪些约束变量。在这里，“系统行为的主要特点是建立从某一信息到另一信息的测绘，这种测绘的抽象属性被界定得很精确，并且论证了手头这一任务的合适性和充分性”(Marr，1982)。为了完成任务，该描述由不得不满足系统的约束而定义。第二个层次的描述与“针对输入与输出表征的选择以及从一个选择转变到另一选择时运用的运算法则有关”。这一层次明确了将信息和转变进行编码的结构的逻辑，转变是指通过系统将信息从输入传播到输出。第三层次与“运算法则和表征具体是怎样外在地实现的有关”。马尔指出任何计算系统都有很多选择，一个层次上的选择会制约其他层次运作的内容。

马尔希望将他的理论构架运用到个体的认知过程中，但原则上没有理由将这一构架局限在狭隘的认知概念里。在这一章里我将致力于把马尔的理论运用到导航上。

不同文化对导航这一活动都有认识，但每个文化传统都有各自的概念系统来实施这一活动，每个概念系统都有特定的表征预设。在接下来的部分里，我将给出导航的计算记录，这一记录独立于任何既有的导航传统的表征预设之外。这一记录将明确导航的性质和实施导航时发生转换的各种信息，但将横跨各种导航间的差异，哪怕是相当不同的导航传统间的巨大差异。

不幸的是，如果没有举例来说明约束变量的实现，计算记录本身是非常抽象、难以表述的。所以我会举一些西方导航的传统例子来阐述计算记录的各个方面。这应该会对读者理解约束变量的性质有所帮助。不过，这些 51 例子根植于西方文化传统的表征预设，会经常暗含运算法则，这样一来可能会导向特定的执行。运用这种材料似乎在所难免。我会尽可能少地运用例子，并且明确指出哪些方面属于计算记录，哪些属于其他层次的描述。在接下来的两个部分里，将计算描述脱离表征预设的重要性会得到明显的体现。我将简要地对比我们西方科技文化的特有表征、运算法则和不会读写的密克罗尼西亚文化中解决导航问题的表征和运算法则。本书的其余部分大多可以被视为对表征/运算法则层次描述进行的进一步阐述，以及对大型舰船导航团队之导航计算的执行进行彻底深入的探讨。

这些执行的细节在过去都被忽视了。部分原因可能归咎于以下观念：在信息处理系统中重要的是计算的结构而非执行的手段。计算机科学最重要的远见之一就是同一个程序可以在许多不同的机器里运行——也就是说，同一种计算可以用很多不同方式来完成。然而，当我们考虑像舰船导航

这样一个系统时，情况因为一系列的计算系统而变得复杂。执行层次对整个导航系统的含义就相当于计算层次对于操作系统工具的人的含义。实施计算的物质手段是这一系统的执行细节，但这些手段在导航人员的行动上设置了对导航任务的约束变量。在后面的章节里，我将讨论系统作为一个整体时的计算与个体导航人员的计算之间的区别。眼下，我们只需要认识到这一区别使我们有足够的理由去关注细节这一层次，该层次常常被各种计算系统结构的记录所忽略。

## 2.2 导航的计算记录

52 计算意义上，所有导航系统从根本上用同种方式都回答了“我是谁”的问题。回答这一问题时各个导航系统的表征预设大相径庭，各有千秋，但它们都通过在位置上结合一维的约束变量来回答这一问题。

当然，事实上海平面在近乎球体的地球上是三维的。如果仅仅关注在这一平面上的位置，则只需两个维度来精确化位置。所以，至少需要两个一维的约束变量来确定舰船导航的位置。三维导航——一种新兴的活动——需要至少三种一维约束变量来确定位置。

### LOP

图 2.1 显示了由一个已知的位置和一个给定的方向产生的一维约束变量。两者的结合产生了一条 LOP。因此，一旦我们知道点 B 位于已知点 A 的某一特定方向，我们便可得知点 B 必定位于由点 A 延伸向某一方向的直线上。然而，如果只给定这一个约束变量，我们仍旧无法得知点 B 的确切位置；我们仅知道点 B 必定位于由点 A 和该特定方向确定的 LOP 上。比如说，如果我们被告知某一开裂岩石的东面埋有一宝藏，选择面就缩小了很

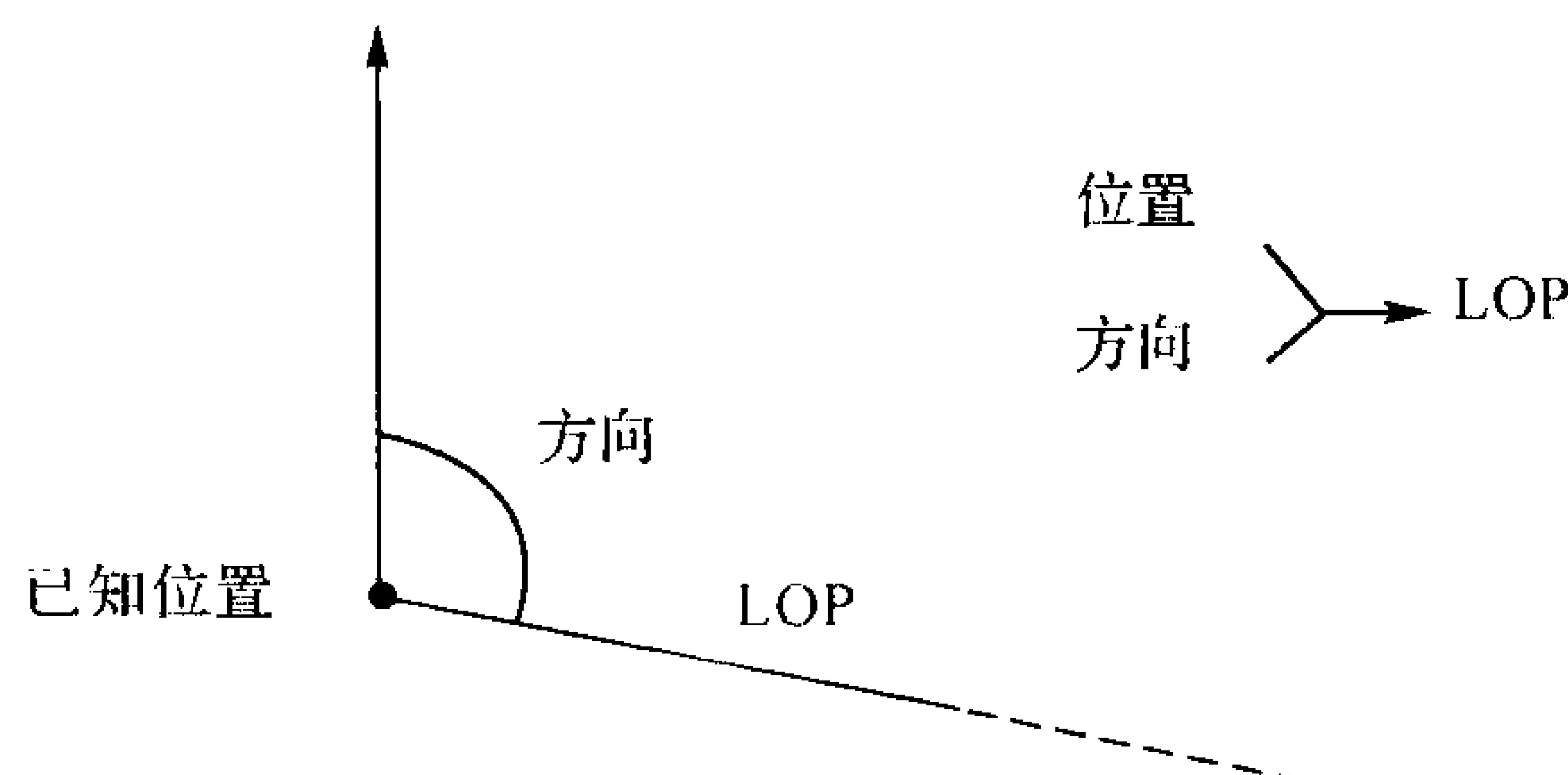



图 2.1　LOP 约束变量的绘画和概念描述

多，但我们仍然不知道具体到哪儿去挖该宝藏。

### 位置圈

图 2.2 表明了另一种类型的一维约束变量，该变量由一个已知的位置和一段特定的距离构成，它决定了一个位置圈。如果我们知道点 B 位于距离点 A 某一特定距离之外，我们就可得出 B 点的位置在以点 A 为圆心以该距离为半径的圆弧上。如果只给定这一变量，我们还是不能确定点 B 的位置；我们仅能知道它在距一已知点特定距离的圆弧上。实际操作中，位置圈常是用圆弧而非整圆来表示的。 53

### 联结位置的约束变量：位置定位

可以用很多方法来通过联结一维的约束变量来产生位置的二维约束变量。图 2.3 显示了一些可能的方法。在西方传统里，位置根据目测方位和无线电方位搜寻确定，而 LOP 约束变量是确定位置的计算基础(图 2.3a)。在这些过程中，位置是由寻找两条或更多 LOP 的交点而确定的。雷达定位是由方位和范围确定的(图 2.3b)。位置圈约束变量是天体导航的基础，尽管由于位置圈非常庞大而被人们视为是定点附近的 LOP(图 2.3c)。在天体视域缩略图中，每一个可观测的天体都确定了一个位置圈，观测者所处舰船的位置必定位于各个天体的位置圈相交的地方。 54

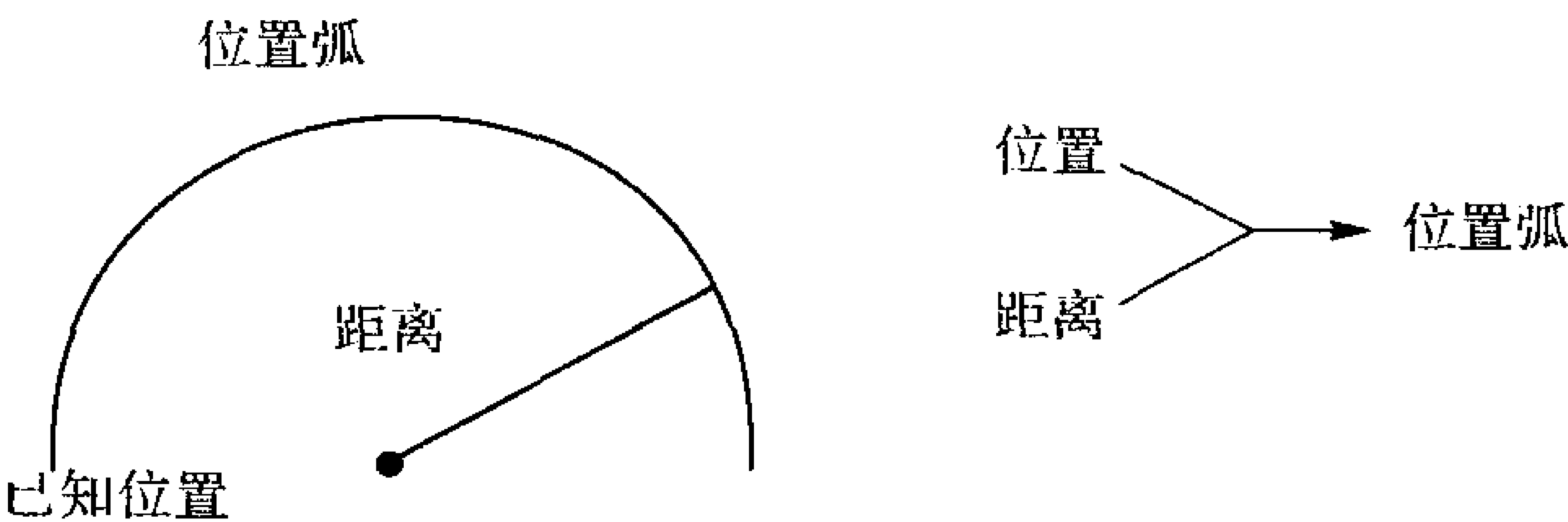



图 2.2 位置弧约束变量的图像和概念描述

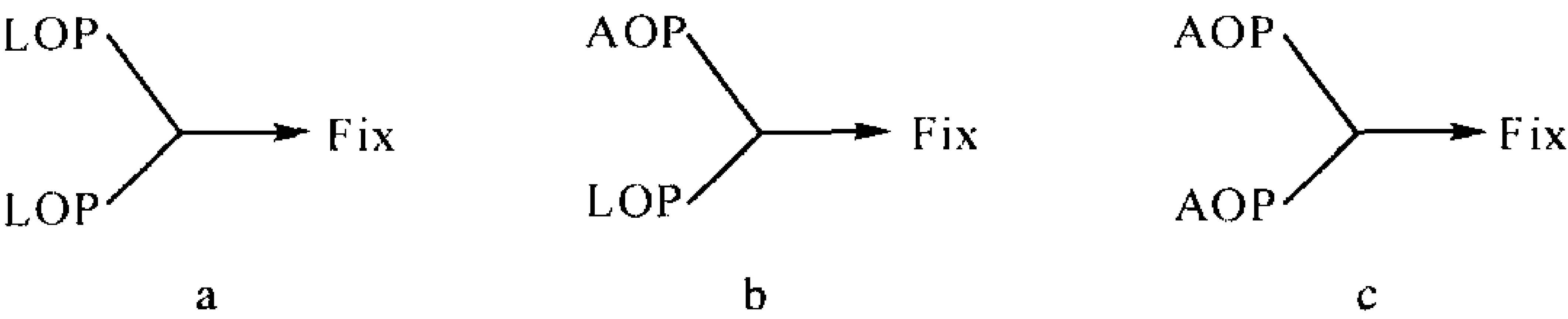



图 2.3 联结一维约束变量的概念描述

像劳兰(Loran)远航仪、台卡(Decca)导航仪、Omega 导航仪之类的系统测定多个站点所发出信号在时间、相位间是有差异的。让我们来看看劳兰

远航仪的定位。如果站点 A 和站点 B 同时发射信号,而我接收到站点 A 信号的时间比站点 B 信号的时间早 3 微秒,我处于什么位置? 我肯定在由点 A 和点 B 两者位置圈交集所确定的双曲线上,因为从点 A 的 LOP 到点 A 的时间要比从点 B 的 LOP 到点 B 的时间(光速)快 3 微秒。每两个所接受到的站点信号间都有一个时间差,从而得出一条关于位置的双曲线。船体的位置就是由两条或两条以上这样的一维 LOP 间的交集决定的。雷达通过联结位置圈和 LOP 提供了一个关于所测物体相对位置的二维约束变量,该位置圈是用范围(距离)来表示的,LOP 是用方位(方向)来表示的。

## 位置-位移约束变量

另外两个导航的重要问题是“已知我们所处的位置,怎么到达某一特定的目的地?”以及“已知我们所处的位置,用某一特定方式行进一段特定时间后我们会到达什么地方?”这两个问题都涉及位置间的关系。要回答第一个问题就要运用两个位置的详细说明建立关联。要回答第二个问题就要运用该已知点和两点在位置上的关系来确定另一点的具体规格。这两个约束变量都受控于由位置和各位置间的位移形成的单个约束关系。图 2.4 显示了这一约束变量。它说明这对关系中任意两样物体的具体规格都限制了第三样物体的具体规格。这里不考虑表征和运算法则。位置和位移可以用很多方法表示;但当它们作为导航系统的一部分时,它们就得用导航系统特有的方式来表示这一约束变量。如果我们通过方向和距离来表示位移,事情就比较好办了。这样一来,由一已知点和一位移来确定一个新点,就相当于把由出发点确定的一维约束变量和另一个由该出发点和距离共同确定的一维约束变量以及方向这三者联结起来。下面我来说明一下在西方导航传统里实现这一约束变量的两个步骤:航线规划和航位推测法。

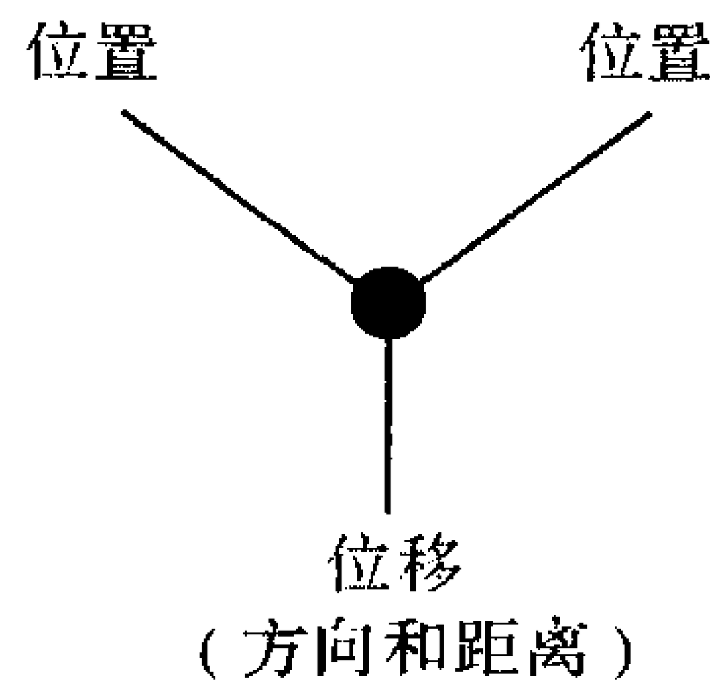



图 2.4 位置和位移约束变量的概念描述

### 航线规划

任意两个位置的具体规格都限制了这两点间的特定位移,航线规划正是以这一事实为基础的。如果我知道自己的位置,也明白我想去哪里,我该

怎么制定一个带我去期望地点的方案呢？在某些表征系统里，人们可以依据两点间位移的描述来计算出该怎样从其中一点到另一点的描述。例如，在有些类型的海图上测量其所标任意两点间的方向（航线）和距离是很容易的。从一点出发，旅行者只要走该两点间专门的航线就可以到达目的地。这种情况下，表征媒介即海图被设计得非常细致，人们能轻松获知两点间位移的描述，也就是如何从一点到达另一点的规划的描述。我们常常觉得这样一个描述是理所当然的事，实际上它是个挺了不起的技术成果。

大多数时候，海图上的位移并不适合用来做旅行规划。比如说，有从电话本里可以查出来两个位置的街道地址，而要想弄到这两点间位移的描述就不容易了。即便你依据地址得出一个该位移的描述，此描述也不会是派得上用场的行走规划，除非这两点本来就在同一条街上。 56

### 航位推测法

一个位置和位移的具体规格限制了另一个位置，航位推测法正是以这一事实为基础的。在航位推测法中，导航员通过监控舰船的行进来判断它从先前位置出发的位移。如果可以判断出舰船行走的方向和距离，将所得的位移结合先前的位置就可以判断出当下的位置。也可以结合当下的位置和计划好的下一步的位移来判断出下一个位置。所以，如果我知道是从哪里出发的，走了什么方向，走了多少距离，我就可以计算出我的位置。

根据鲍迪瞿（Bowditch）（1977），“航位推测法”这一说法是从推测（推测一词缩写成 ded，与 dead 同音）演化而来，它是指（在还没有现代的海图时）依据一段位移和一个已知的出发点来用数学方法计算或推算出舰船的位置。虽然现代的海图针对该问题能给出地理上的解决方法，“航位推测法”这一说法仍然保留着。随着现代海图的出现，航位计算中的信息表征和运用步骤发生了变化，但是新旧两种航位推测法的基础都是位置一位移约束变量的实现。

### 等深线匹配

还有一个一维的约束变量需要加以考虑。有时候海图上会用等深线来表示相同的水深。一旦船身下方的水深度可以测量，那么舰船的位置就与该水深的等深线形成一种约束关系。这就是一种一维约束变量，尽管该变量形成的线通常不是一条直线。这一方法的使用取决于该区域海底的形状。如果海底平坦无崎，那根据水深得出的约束变量用场不大。由于几乎每个地方的水深都一致，图上任何一点都可以满足该水深形成的约束变量。如果海底有很多规格几乎一致的山丘、峡谷，那么还是会有很多位置的等深 57

线都满足这一约束变量。带有一定坡度的倾斜板块才适合用等深线导航。通常将在这种区域测得的水深形成的一维约束变量联结其他一维约束变量,例如位置圈或 LOP,就可估计出位置。另一种适合用等深线导航的地貌是太平洋中心,那里是一整块深海板块,上面布满隆起的小型高地即平顶海山。在那里,你可以从一个平顶海山换到另一个平顶海山,根据水深度来识别它们。

如果水深测量器械再先进些,可以根据不断变化的等深线来匹配出各不相同的水深,而不是仅能匹配单个的水深测量和单个等深线,那么海底的其他特征也许可以提供别的约束变量——事实上,这样仅凭水深数据就可以得出一个二维的位置了。在陆地上也可以通过使用高度计和标有等高线的地形图得出类似的位置约束变量。

## 距离－速率－时间约束变量

为了完成对导航运算核心的描述,还有一个约束变量需要考虑。这一约束变量将距离、速率和时间联系起来。图 2.5 显示了这一变量的形式。就像在位置和位移约束变量里一样,任意两个值的具体规格都制约了第三个值。在航位推测法中关于距离、速率和时间的约束变量常被用来判断一个计划好的位移的距离。在西方文化传统里,这一约束变量也常被用到导航以外的领域中。无论对团体还是对个人来说,它都是后勤规划的重要部分。如果我每小时走 4 英里,50 分钟的午餐时间里我能走多远?如果我开车每小时 50 英里,开到 118 英里以外的洛杉矶需要多少时间?地球轨道的周长是 5.84 亿英里,地球在轨道上运行的速度是多少?

58

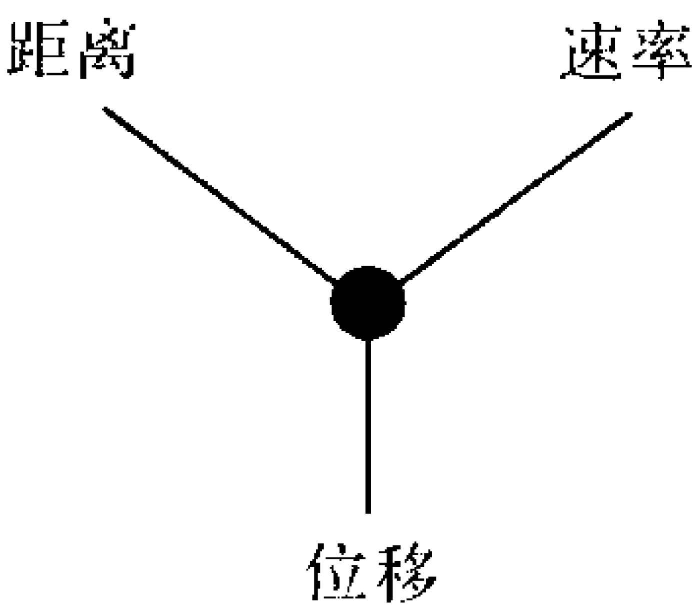



图 2.5　距离－速率－时间约束变量的概念描述

## 约束变量小结

导航的计算记录由四个主要的约束变量组成。其中两个根据一个已知点和一段空间位移给出一维的约束变量。第三个将位置和位置间的空间位移联系起来,在这里位移由一组一维约束变量(距离变量和方向变量)构成。第四个联系距离、速率和时间来描述物体的运动。时间导航操作的部分奥

秘就在于将很多同步的约束变量给出的信息整合起来，从而产生一个方案来满足所有的变量。

## 2.3 西方导航的表征预设

在这一节和下一节里，我用前面讨论的计算约束变量来描述西方文化传统里的一系列结构。在后面的章节中，我会细致探讨技术的实际机制在各个表征结构间传播的原理。

### 涉及的单元及构架

在西方导航里，方向单元是建立在角度测量法这一系统的基础上的。该抽象系统由一个被划分成360个被称为度的等分角的圆组成。规定北是0度，东是90度，南是180度，西是270度。传统的磁性指南针有32个所谓的罗盘点。指南针指向真北和真南（即地理两极）时的方向称为真方向。指 59 南针指向磁南和磁北（即地磁两极）时的方向称为磁方向。现在的磁北位于格陵兰以西，距离地理北极15度；磁南在南极圈外，朝向澳大利亚，距离地理南极22度。地理两极和磁极间的出入使得磁性仪器在某些区域的显示出现不小的误差，不过这些误差都可预测和弥补。为了得出更精确的结果，每度被分成60等分，每等分被分成60等秒。因此，每秒的圆弧等于圆周的1/1296000。很多人都没有意识到在现代导航中（海里）地理位置的坐标（纬度和经度）和距离的基本单元正是建立在这一角度测量系统之上的。

### 地理位置

标识地球表面位置的坐标系统是建立在对地球表面绘制地图这一基础之上的。每个位置都有经度和纬度。纬度是指该地点与赤道间的角距离。位于赤道上的位置纬度为0度。地球转轴两端的南北两极也各是一个圆的赤道，所以纬度为90度。位于北半球的称北纬，南半球的称南纬。

一个经过地轴中心的几何平面和地表相交形成的两条交线称为子午线。某位置的经度就是该点的子午线跟经过英国格林威治的子午线间的角距离。

格林威治线即本初子午线的经度是0；它沿向地球另一半的经线穿过太平洋，其经度是180度。本初子午线以西到180度经线之间称为西经，以东称为东经。位置是用经度和纬度这两个一维约束变量来标示的。按照这一系统就可以细致标识地球上的位置。就像前面部分所举的例子中一样，具 60 体位置是根据其跟实际位置间的关系来确定的。海图就是一个媒介，通过

它详细位置可以从局部转换到全球，反之亦反。

## 海 里

海里，航海中距离的基本单位，建立在角距离这一系统之上。一海里是一分圆弧在地表的长度。所以地球周长等于 360 乘以 60 即 21600 海里。由于历史上对地球大小的估算各有不同，海里的值也相应有所变化。哥伦布和麦哲伦认识的地球要比我们现在认识的小得多，按照现在的海里计量，他们认定的每一度的经线才 45.3 海里。实际上地球要比他们设想的大 32%。法定的英里(在美国被定为 5280 英尺)是由早些时候的罗马里演化而来，后者为地球周长的 1/21600。随着地球测量的进步，先前数据被发现有误差，有很多人提出更改英里的长度和一度经线所相当的英里数。对于导航来说，依据角位移的位置描述和主单元的大小来绘图既简单又极其实用。将一分的弧长与一海里等同起来简化了很多导航运算。一旦更改一度的弧长包含的海里数，上面等式就被破坏了，海里的值也就会发生变化。现代海里的值——6076.11549 英尺——就是想保持此等式成立。不过，现代的海里仍旧是个近似值。因为地球并非一个球体，一度纬线在赤道大约长 6080.2 英尺，在两极长 6108 英尺，其余的长度处于这两个值间。一度经线赤道大约长 6087 英尺。目前一海里等于 1852 米。(鲍迪瞿，1977)

节，即每小时的海里数，是航海中的标准速度单位。节将地球的圆周与地球的角速度联系起来。因为一小时是 1/24 天(地球自转一周)，地球表面赤道上一点向东运动，其每小时的海里数就是地球周长的 1/24，即 900 节。

## 海 图

61 在西方导航传统里，实际上所有涉及计算的位置都要用到海图。虽然有很多其他方法可以表征数据和计算导航，但海图是关键性的表征技术。地图和海图最显著的价值就在于它们是空间相似物。地图和海图上的位置于其刻画的现实空间中的位置一一对应。这是一贯如此的。不过海图的优点还不止这些。海图是一个经过精细绘制而成的计算装置。

在代数和分析几何里，很多计算都可以用图表来进行；事实上，图表对于符号运算非常重要，而后者则是代数和分析几何的核心计算。你可以计算任意两点间的所有位置，只需要在这两点之间画条线即可。你也可以找出离一个已知点 $d$ 距离的所有点，只需要以该点为圆心以 $d$ 为半径画圆即可。不过，用图表来计算也会带来误差，因为画出的线段总没有其表现出的抽象更为精确(无限小的点和完全一维的线条)。包含两个已知点的直线的等式精确而简洁地表现了该两点间的无限个点(该线还包含了关于 $x$ 或 $y$

的范围以便将这些点约束在两个已知点之间)，圆的二次方程则精确而简明地表现了离一个已知点一段特定距离的一系列点。当然了，这些表征的效用有赖于下一步会支持该表征的计算，同时也有赖于能够开展这些计算的计算体系。

我画的那种能把新认识的人带往我办公室的简易地图与分析几何里的坐标图相比，海图更接近于后者，认识到这一点很重要。所有的地图都与它们刻画的现实世界有一定的空间关系，从该意义上讲，它们都是空间相似物，但是海图上刻画的空间关系比较特别，它能够支持一些特定的计算。一张海图就是一个相似物计算器。很明显，所有海图解决的问题都可以用等式来表达，用符号运算来解决。通过海图测定位置点或航线，通过与这些被测定的点或线表征同样约束变量的等式来解决问题，这两者所作的计算是一样多的。海图包含了大量的信息——可以指明图上每一个位置的地址，也清晰地表达了所有位置之间的相互关系。 62

最后，海图提供了可以让人们看到局部的空间和舰船的位置以及运动的角度，几乎没有人能直接做到过这一点。站在海图前你可以鸟瞰整个实际空间，这样的效果只能从飞机或卫星上俯瞰时才会有。况且，该角度是旁观者而不是参与者所看到的效果图。这就是为什么很难把图上的特征与局部空间对应起来。为了使海图和实际地貌相一致，你必须能想象该位置的地貌是怎样从某个特定的角度观察到的，而此角度你自己根本没见过。海图与船上观测人员的角度有很大不同。观测员随船在周围平面上运动，而海图所刻画的是在整个空间里的运动。这个由海图创造的视角是如此的具有强迫性，以至于导航者可能很难从自己的角度想象出自己的移动，尤其是在大空间里想象自己的移动。如果人们没有看地图和海图的经验，可能会觉得这些图很让人费解。

**海图投影的计算属性**

不是所有的海图对各种类型的计算都有相同的效用。比如，让我们来比较一下等角线航行法和无线电信标导航。

*等角线航行法(Rhumb-line sailing)*

等角线是指地球表面一条表征从某一地点出发的固定方向的线。等角线航行法则是指一种特定的导航形式，即你在设定一条航线后就一直按固定方向向前行进，直到抵达目的地。对于那些通过各式罗盘驾驶舰船的人来说，最简单的路线就是按固定方向向前行进。这种时候那种等角线是直线的海图就很有用。不过，如果你在规划一条按固定方向在球体而非海图上向前行进的航线时，你得出的线段将绕着该球体并螺旋向球体的两极上

63 升。该线被称为斜驶线。

墨卡托圆柱投影法把这条曲线转化成了直线，从而解决了这一问题。设想一下该转化的两个步骤。首先，把在地球两极相交的经线变成相互平行的，就像纬线之间一样保持一定距离。这样就有了一种系统的变形。在赤道部分没有变形。不过随着纬度的上升，两条经线在图上的距离越来越超过它们在地球表面的距离。在两极这一变形无限大——本来经线在这里相交，彼此距离为零，但在图上被赋予一个限定的距离。为了弥补这种变形给方向造成的影响，将纬线按照经线的相同比例延展。这样在两极纬线的延展也是无线的，这就是为什么墨卡托圆柱投影图上从未出现两极。这一延展也引起了图上所示相关区域的变形，而且越是纬度高的地区变形越明显。所以，实际上格陵兰岛只及南美的 1/9 大小，但在墨卡托圆柱投影图上它看起来跟南美差不多大。

*无线电信标导航(Radio-beacon navigation)*

无线电信标导航使用对方向很灵敏的无线电天线。这种天线可以判断它接收到的无线电信号的方向。把天线转向一个位置已知的站台，识别发出信号的方向，你就可以确定一个一维的位置约束变量。不过，无线电信号不沿等角线走，它走的是称为大圆线的最短的路线。经过地心的平面与地球表面相交形成无数交线，而那条同时经过地球表面两个地点的交线就是大圆线。大圆线近似于一条围绕地球表面而延伸的纱线。经线和赤道都是大圆线。除赤道外所有的纬线都是等角线，而非大圆线。从洛杉矶到东京的等角线几乎是笔直向西的（走向固定），而两地间的大圆线从洛杉矶出发

64 时朝向西北，到达东京时朝向西南。通过无线电方向来测定位置时，你肯定希望海图上的大圆线是直线。所有投影图上短距离间的大圆线都接近直线；但是长距离间（无线电信号走的距离非常长）的大圆线跟等角线差异很大。没有一种海图上的等角线和大圆线同时是直线的。

我们不仅希望海图能将等角线和大圆线用直线来表征，我们也很容易想象得到在有些导航情况中希望海图还具有下面这些性能：

- 真实地再现物理特征
- 位置间的角度关系正确
- 相同大小的区域之间的比例正确
- 固定的刻度值以用于测量距离

一旦将三维的地球表面转变成二维的，部分上述的性能肯定被舍弃了。

例如，墨卡托圆柱投影图舍弃了物理特征的真实外形、相同的面积、用于测量距离的固定刻度值，目的就是为了给出正确的角关系，并把等角线转变为直线。从海图上看，这些特征在大范围区域最明显，随着海图上所示的地表区域逐渐缩小，各种投影图间的差异变得越来越不起眼。

海图投影清楚地告诉了人们不同的表征系统有不同的计算性能，并且支持不同的计算操作。例如，在墨卡托圆柱投影图上画条大圆线是可能的，但很难计算出点会去到哪里。在朗伯正形投影图上很容易画条大圆线，因为在这种投影图上直线非常近似大圆线，用于导航绰绰有余。我们可以看到绘制一张海图的精力在这张图被投入使用时得到了运用，它成为计算的一部分。这种计算被分配在不同的时空。制图的人与用图的人互不相识（也许他们根本不是同一时代的），但是每次海图被用到计算中时，制图人和用图人都共同参与了此事。

### 小 结

海图把大规模空间用小规模空间表现出来。最基本的参考系是地球坐标系统。相对地球坐标静止的物体在海图上用固定点来表示。在球体坐标系统里每一个地点都有特定的地址。通过整体构架来定义方向、位置和距离，通过对地球运用角度测量来确定它们的值。将一个普遍的时间标准与距离测量结合起来就可得出一个运动速率的普遍单位。之所以说这些单位普遍，就在于它们的内涵不会随着地点或者使用的环境而改变。方向、位置、距离和速率都可以用数字来表示，而且前三者中的任意一个都可以表现在海图的小规模空间里。在海图上，LOP 的约束变量是用线表示的，位置圈是用圆表示的，位置一位移约束变量是用位置和位移表示的。方向、位置、距离和速率都用数字来表示，它们这些约束变量间的运算是通过数字计算的运算法则来完成的。在该系统里所有的主要计算都是先涉及测量（即模拟一数字转换），然后进行数字操作，再进行数字一模拟转换并标在海图上。 65

## 2.4 密克罗尼西亚导航的表征预设

上述的计算记录也表现了密克罗尼西亚（Micronesian）导航员的计算（Hutchins，1983）。密克罗尼西亚导航员通过一维约束变量间的交集确定位置。只要看看西方和密克罗尼西亚导航传统里各自用于实现约束变量的表征和运算法则，这两种导航之间的差异就一目了然了。早期西方对密克

罗尼西亚导航的研究里的一大问题就是西方导航的表征被当作最常用的描述。格拉德温(Gladwin,1970)、刘易斯(Lewis,1972)、萨菲特(Sarfert,1911)和斯查克(Schück,1882)都由于没有注意到计算层面而误用西方导航里的表征去解读密克罗尼西亚导航里的表征,而没有做到用单一的、更普遍的计算记录来解读这两种导航表征。

66

这里插入一下对密克罗尼西亚导航的简要论述是为了强调更清晰地区分计算和表征这两个描述层面的差别。我也希望告诉大家西方导航文化里即便是看起来再自然不过的常识性的观念,从历史角度讲都只是依条件而定的,并非普遍必然的。这样一来,我们才可能看得清文化表征系统的结构,一旦认识到这一结构,它们就会显得像之前那样理所当然。而且,由于表征层面与执行层面之间相互约束的程度要高于计算层面与表征层面之间,我们了解到从技术角度来看相互迥异的文化里表征层面与执行层面间的关系会大有益处。

在广大的波利尼西亚和密克罗尼西亚地区,甚至可能在美拉尼西亚的部分地区,人们在无仪器导航的条件下进行长途航海的历史长达一千多年。在波利尼西亚,传统的航海技术衰退了,并最终随着殖民势力的到来而失传。只有密克罗尼西亚人仍保留着他们的传统技术,在过去的 20 年里他们成了整个太平洋盆地传统航海复兴的导航知识的源泉(Finney,1979,1991;Kyselka,1987;Lewis,1976,1978)。

在没有任何机械、电子,或者磁性仪器的帮助下,密克罗尼西亚卡罗琳主岛的导航员们依习惯开始远航,行驶几天后就看不到岛屿了。他们的技术乍一看似乎不能胜任航海,但这项技术始终一次次带他们通过了刘易斯(1972)所说的"严峻的着陆测试"。在世的导航员们记得成千上万的航行,只有一些航行以损失了独木舟而告终。参与过当地人航行的西方学者们发现,导航员在任何时候都能准确地指出出发地、目的地和独木舟航线附近岛屿的方向,即使这些地方都可能在地平线和视野之外。这些导航员还能够逆风改变方向,驶向视野之外的岛屿,同时脑海里还清晰地记得改变的方向——这一壮举是一个西方导航员在没有仪器的情况下根本办不到的。

67

卡罗琳群岛(Caroline Islands)附近区域只有不到 0.2%的表面是陆地。整个区域是一大片的水域,其间点缀着二十几个环状珊瑚岛和低矮的小岛。有经验的导航员在这些水域的岛屿间驾驶托座独木舟的时速可达 150 英里。这种航海要求的技术并非每个人都能掌握,只有一小部分行家才擅长。

然而,导航员的世界并不仅仅局限于一片千篇一律的水域上的几个小岛。水下淹没的暗礁会改变海水表面的颜色。远空的天气状况会造成汹涌

波涛使水面波动起伏，而且在陆地附近汹涌波涛与岛屿间的交互作用会产生特征鲜明的波涛类型。水面上的风和气候类型主宰着导航员们的命运。水面上，尤其在陆地附近的水域，有很多海鸟。最后，晚上还有星星。这里是太平洋中央区域，远离污染和人造光线，星星数目繁多且闪闪发光。所有这些元素都是导航员世界里的信息来源。一个密克罗尼西亚导航高手的知识系统用一本书都说不完。在这里我只谈一下他们所用的来自天空的信息。

托马斯·格拉德温(Thomas Gladwin)的著作对此系统作了最完整的描述，他曾和普鲁瓦特(Puluwat)珊瑚岛即现在的密克罗尼西亚共和国的导航员们一起航海。格拉德温(1970)将普鲁瓦特导航理论分成三部分：第一，一个导航员必须确保朝沿途状况已知的方向行驶，这样才能到达目的地。第二，导航员必须确保独木舟一路安稳，并不断的估计它的位置。最后，接近目的地时他必须找准目的地的位置并驶向那里。

星路是太平洋无仪器导航的导航技术中最广为传播的概念之一。从地球上看，星星之间的相对位置是固定的。地球绕着地轴转动，所以星星看上去从东往西在星空中移动。同时地球绕太阳运动，所以晚上看起来星星又是在变化的(即在地球远离太阳的位置时)。不过，在地球上某一个固定地点看某一颗固定星星的话，它在任何季节都是从东方固定的位置升起，在西方固定的位置落下。当然了，向南或向北的运动改变了每颗星星升起与落下间的方位角。不过，在卡罗琳群岛的导航体系里，这些运动带来的影响很小(类似 3 度或 3 度以内)。星路，也叫线性星座(Aveni，1981)，是指一系列“遵循同一条路线”(Gladwin，1970)的星星。这就是，它们都依次在同一个位置从东方升起，在天空中画出相同的弧线，然后依次在西方同一个位置落下。典型的星路一般都由 6～10 颗间距匀称的星星组成(Lewis，1972)。所以，一颗线性星座的星星已经远得看不见了，肯定会有下一颗星星接下来指示方向。这样一来，每条星路都指示了地平线上的两个方向，一个在东一个在西，而且只要天空晴朗，在任何季节夜晚的任何时候都看得见这两个方向。将一个线性星座的“点连接”起来就是天空中的一道弧线，向东向西都有固定的方位角。虽然夜晚星星在穿越星空运动，但是线性星座的弧线保持静止状态。 68

按照线性星系的方式，观测夜空就是把星星的运动区域转换为所指的固定框架的一种简单的表现方式。

这种观测并非被动的感知过程，而是将外在结构(天空中星星的位置)和内在结构(识别线性星座的能力)投射到单个空间的图像中。在这种外在

和内在结构的叠印中，外在结构的各个元素间有了富有文化意义的关联。此过程是积极的构建。一些星星的位置可能提示它们间的某种关联，而这一关联可以被用来识别其他的星星。那些会识别传统的西方星座的人都知道在个人观测经历中，不光是星星，整个星座看起来都“就在那儿”。星星连成的线条几乎是清晰可见的。这些关联都是用口头公式表达的。例如，“沿69 着（北斗七星的柄的）弧线到大角星，然后盯牢角宿”，这一公式引导观测者的视线穿越星空，找出了星座的一部分。在供业余观测者使用的星图上画有那些线条——就像脑海中的训练之轮——使得他们抬头看天空时更容易想象得出星座。

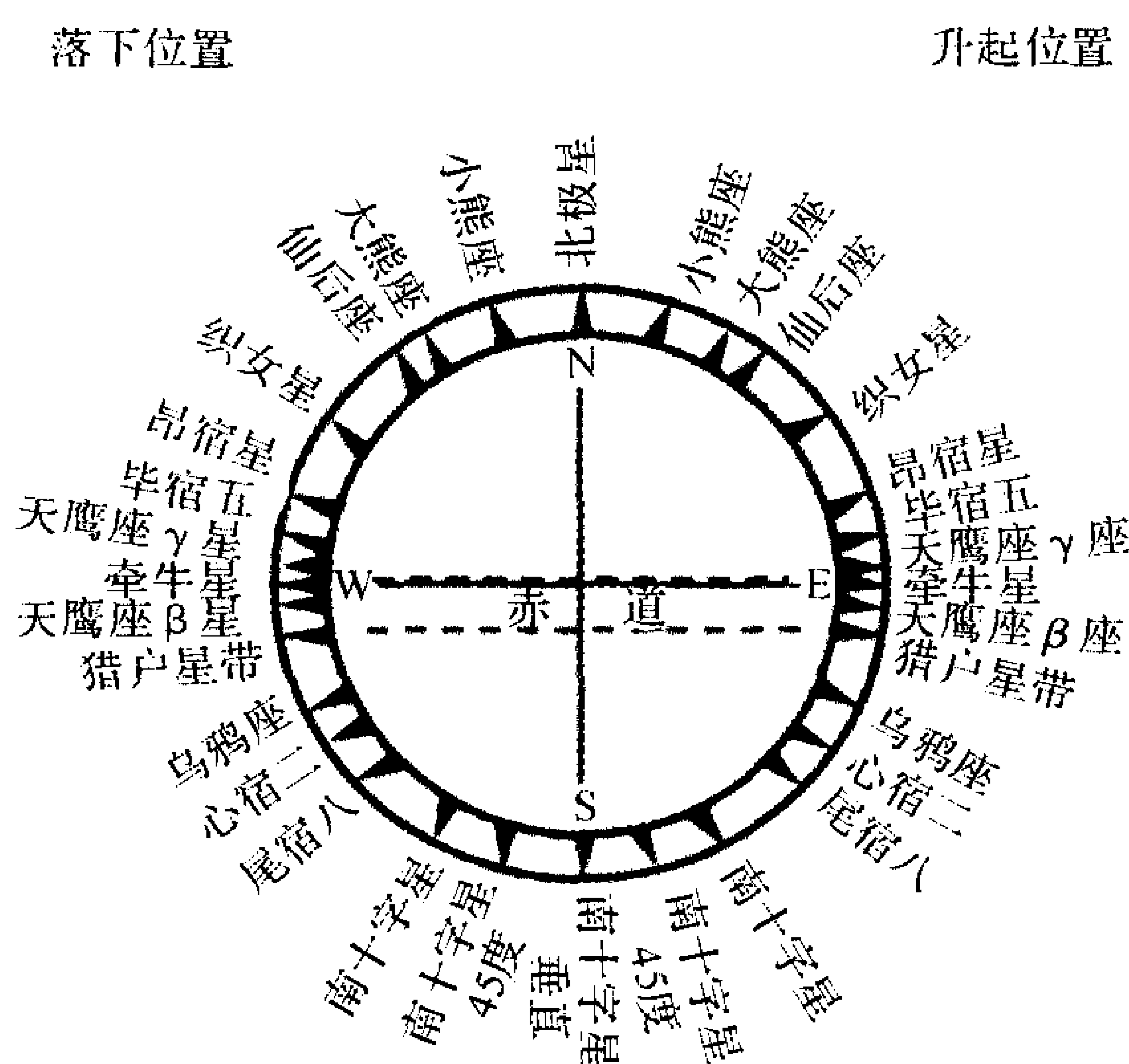



图 2.6　卡罗琳岛的一种恒星罗盘

众所周知，星路被用来标示大洋洲很多岛屿间的航线已经很久了（Lewis，1972）。卡罗琳群岛的导航员们通过将 14 条已命名的星路和北极星的位置联系起来制定出了一种恒星罗盘，它确定了地平线四周的 32 个方向。图 2.6 是卡罗琳群岛恒星罗盘的示意图。我们可以看到，大部分星向都是为了表示主星的星线跟地平线在这些点上相交而命名的。那些没按这种方式命名的就是真北方向，以北极星命名，从卡罗琳群岛看，北极星一直是在地平线上方 8 度的位置，而南面的三个方向是由地平线上方的南十字星座70 来确定的。当然了，他们给这些星星的命名与西方传统的方式不一样，而且他们的星座图案也与后者不同。密克罗尼西亚体系的首要方向是东向，在牵牛星升起的地方。有趣的是，牵牛星是密克罗尼西亚星座“大鸟座”的一部分（格拉德温的书名《东方是只大鸟》就出自此）。西方传统里有很多星座

名称继承了阿拉伯文化，而牵牛星是天鹰座里最亮的一颗星星。在发明指南针之前，东向也是西方传统里最首要的方向(看看“orient”这个词在英语里面的两个意思就知道了)。

只要天气晴朗，导航员在一年中的任何时候都可以拥有一个完整的罗盘，这都归功于他们将只用一条路径的所有星星都利用了起来。事实上，一个经验丰富的导航员只需要瞟一眼地平线附近的一两颗星星就可以在脑海里形成整个罗盘。这种能力对于导航员是至关重要的，因为在导航中跟他相关的星向并不一定是那些已经看到的星星。这种恒星罗盘具有抽象性，一旦确定了其中任意部分的方向，整个罗盘都可以被标定出来。在白天，依据主要海浪的方向、太阳和月亮升起落下的方向就可观测到星向，以此就可延续恒星罗盘的定向作用。

岛屿间的航线就是通过该抽象的恒星罗盘界定的。对于一个导航员驶过的每个岛屿，他都知道要想到达附近哪个岛屿他就必须经过哪个星位。所以，恒星罗盘提供了可以精确位移的参照方向。

在导航中恒星罗盘还有第二个作用，即表示航行经过的距离。任何一条从一个岛到另一个岛的航线，都是用第三个岛(处于地平线之外、前两个岛视线之外)作参照来表示航行距离的。在普鲁瓦特珊瑚岛的语言里，通过参照岛屿的方向变更来表示航行距离的系统叫做埃塔克(Etak)(Gladwin, 1970)。导航员知道他所在区域所有岛际航线的星向，他也就知道了他相对出发地时和相对目的地时参照岛屿的各自星向。在导航员的概念里，该参照岛屿从某一个特定星星的位置下方出发(即特定的星向)，在独木舟航经 71 一系列星向最终到达目的地这一过程中，该参照岛屿在船的正舷方往回移，

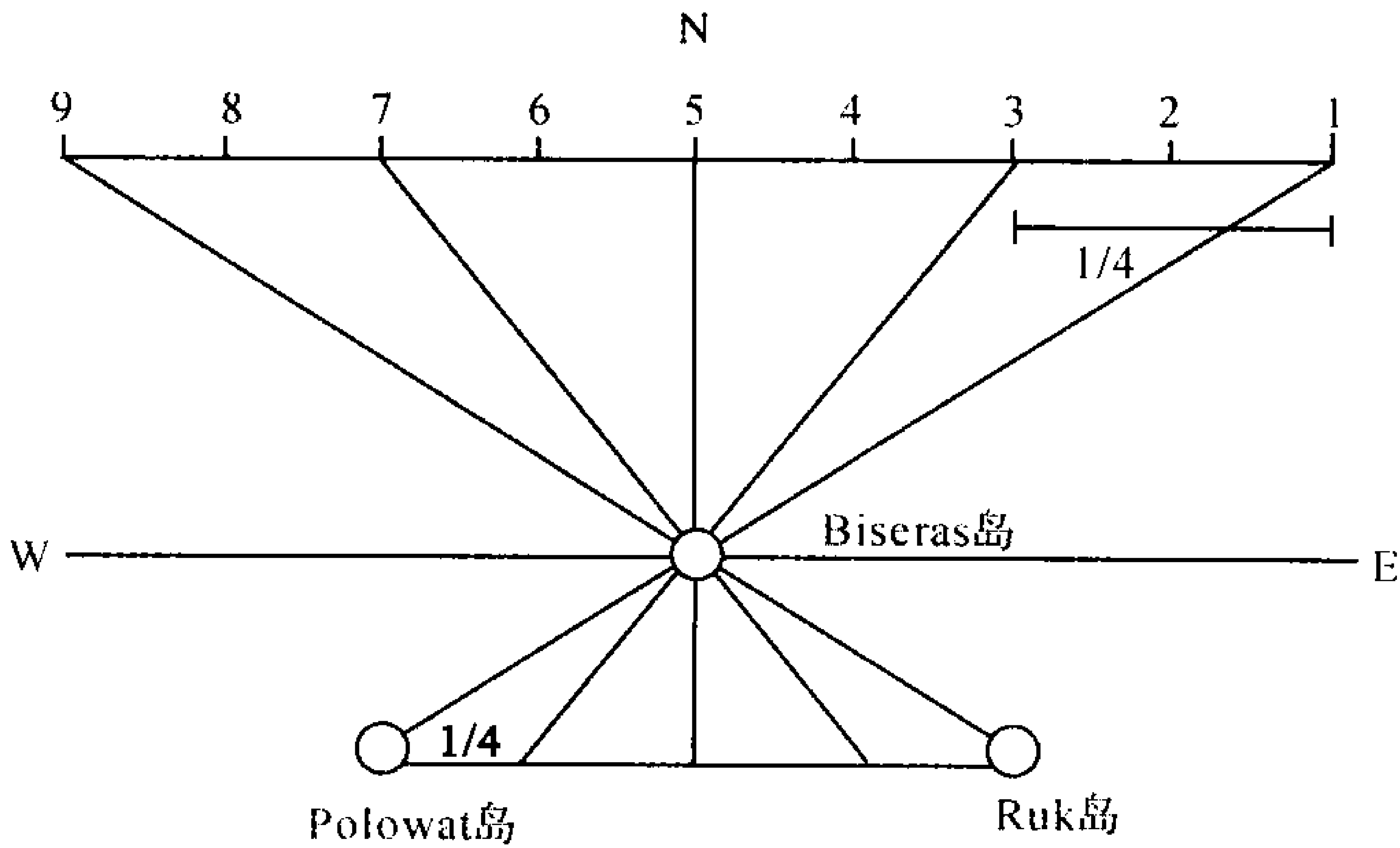



图 2.7 埃塔克图。该图建立在人种学家伊·萨菲特的研究基础之上，反映了绘制岛屿与星位间关系的常规方法。

最终参照岛屿所处的位置就是该航线终点岛屿相对参照岛屿应处的位置。图 2.7 用数字显示了航行中参照岛屿的星向变化。

参照岛屿在一系列星向下的移动将航程概念性地划分成了一系列线段,这称为航行的埃塔克。每个航行都由数目已知的埃塔克线段组成,后者由星向下参照岛屿的通路确定。

卡罗琳群岛航海的一个基础概念就是在航线上的独木舟是静止的,而岛屿经过独木舟在运动。当然,这跟我们舰船在静止的岛屿间移动的观念不一样。格拉德温(1970:182)有一段文字详细描述了这一点:

> 设想一下夜间你在一艘普鲁瓦特独木舟上。天气晴朗,星星都清晰闪亮,但是看不到任何岛屿。独木舟是一个熟悉的小小世界。男人们坐着,聊天,也可能在他们的小小世界里走动一下。海水流淌在独木舟两侧,水流的线条和水泡汇入到尾流并在黑暗中消失。头顶是永恒不变的星星。它们轻快地游走在行路上穿越星空而消失,但又必然会在相同的位置重现。你可能在独木舟上航行好几天,从一条地平线到另一条地平线,但是星星从不离开,也从不改变它们在夜间轨道上的位置。独木舟仍然在下方,星星依然在上方。但在尾流后面,你出发的岛屿越来越远了,而你驶向的岛屿越来越近了。两者你都看不到,但是你清楚这一切。你也知道你的两边都有岛屿,有的远,有的近,有的在前方,有的在后方。在前方的也会适时地变成在你后方。一切都途经独木舟,但唯有夜晚的星星和白天的太阳恒久不变。

72

这里,我们有一个构想,即已知的地理位置随着导航员、独木舟以及天上的繁星而移动。被引导着驶向航向另一端的是参照岛屿。导航员看不到它距离地平线之外的参照岛屿,但他想象得出它在一系列地平线星位下方慢慢往回走。航行中导航员的观测显示了他能够精确地判断任何时候参照岛屿的相对方向(Lewis,1972)。由于实际上航行中任何位置上导航员都没有看到过那个参照岛屿,他这一能够判断参照岛屿位置的能力代表了一种推理能力,这种能力在西方传统里没有工具的帮助下是实现不了的。

格拉德温(1970:184)是这样描写密克罗尼西亚导航员对这种判断能力的运用的:

> 当导航员脑海中看到参照岛屿正在某一个特定的星星下行走时,他很清楚自己已经航行了一定数目的线段了,也就是说完成了整个行

程的一定比例了。

导航员利用该信息来估计自己到达目的地附近的时间，所以也可以估计出什么时候该开始寻找陆地的迹象了。陆栖鸟类最远会飞到20英里外的海面觅食，所以当看到鸟儿们赶往一个觅食地或者看到它们从觅食地启程赶回陆地时，导航员远远地就可以知道陆地的方位了。这种信息只有在大清早或黄昏时才观察得到，那时鸟儿正启程从陆地出发或飞回陆地。所以如果导航员在中午时到达他确信是陆地附近的区域，他最好先停止前进，等待黄昏。没有准确地判断出陆地就在附近时，他很可能正离陆地很近，然而却看不到任何迹象的提示，他可能就此错过陆地，而等再看到方位标志时他就可能离目的地很远了。 73

传统的密克罗尼西亚文化不用文字记载，导航员们必须记忆很多信息。瑞森伯格(Riesenberg,1972)记录了导航员用来如何组织关于地理、星路、埃塔克线段这些知识的一些记忆方法。在瑞森伯格的研究中有一项有趣的发现：知识的记忆系统会频繁地涉及一些并不存在的岛屿。瑞森伯格(1972：20)这样解释：

> 在一些例子里，导航员听人说起过未知岛屿的地貌特征，当他知道了足够多的从已知的岛屿到达那里的航线时，他就会尝试把航线投射到海图上以便在图上找出位置。这些投射航线间的交集和已知的测海学特征不怎么一致。

本章的后面部分会讨论这些虚构岛屿的作用。

## 一些不规则解释

该段试图破解密克罗尼西亚导航员们是如何完成寻路壮举的历史，读起来就像侦探小说，我们只知道谁发现了道路，但并不知道他们是怎么完成的。每个研究者留给我们的既有有用的线索，又有分散我们注意力的地方。

在用恒星罗盘保持航线这一点上有一些小的分歧。早在1772年(Schiück,1882)，西方就记录了恒星罗盘，而且它的使用似乎很方便观察和记录。顾迪纳夫(Goodenough,1953)非常详尽地描述了卡罗琳群岛的恒星罗盘。虽然据我们所知，他的图表即图2.6完全准确地刻画了卡罗琳岛的导航员如何运用星星导航，该图也第一次完整给出了方位角(地平线上的真实方向)表格和星位的名字。但是该图含有一些可能误导人的地方，这种失

真可能是考虑到想使西方读者更方便地理解罗盘的概念。顾迪纳夫将罗盘
74 画成了圆形，即我们西方文化中对罗盘的传统表征。但是，当地人原本是把恒星罗盘画成箱形的。

迄今为止，萨菲特(1911)与格拉德温(1970)等研究者们有两次尝试着解读卡罗琳群岛导航员们是如何在航行中利用埃塔克保持前行的。萨菲特(1911:134)的描述紧凑而充分，并且思考细致：

> 在两个特定岛屿间的任意航行中，这些土著船长们脑海里除了装着行程的起始点和目的地外，还装有第三个岛屿。该岛屿都是特别针对那一对岛屿而存在的。一旦发生舰船既到不了目的地又回不到原来的出发地这种情有可原的状况时，舰船可以去往第三个岛屿逃生，最后我把这第三个岛屿称为"紧急情况岛"(诺丁塞尔)。该岛的位置远离航线。极少数情况下，土著们会设置两个紧急情况岛，而一个位于航行方向的左边、一个位于右边的这种情况就更少了。

然而，瑞森伯格(1972)发现有些航行的参照岛屿是虚构的，这使得"紧急情况岛"这一说法不太可能成立。没有导航员会试图到一个不存在的地点去避难。另外一种可能就是导航员对参照岛屿、起始岛屿、目的地岛屿的位置的了解使得他能够准确估计该区域内其他岛屿的位置。这样一来，一旦他需要避难，他就可以根据海域和风向的现有情况而在多个适合的岛屿间作出选择。岛屿位置的具体规格显然是非常重要的，但是如果参照岛屿就是用来避难的，那为什么不在航线的同一侧设置两个"紧急情况岛"呢？

萨菲特继续写道：

> 在图(即图2.7——作者注)中，彼瑟拉斯岛(Biseras Island)，即奥诺娜环礁(Onona Atoll)群岛中的一个小岛，被用来作为从普鲁瓦特岛到拉克岛(Ruk)这一既定航线的紧急情况岛。如果该岛有此用途的话，那么，船长必须在任何时候都能判断该岛所处位置，以及从航行的任意一点位置到达那里的航线。根据我的体验来看，船长……做到这一点
> 75 的方法很简单：
>
> 1) 掌握紧急情况岛相对于普鲁瓦特岛和拉克岛的方向。
>
> 2) 土著船长通过计算已经行走的距离来确定该区域的方向。做到这一点需要三个条件帮助：经验、该航程正常需要的时间、估计独木舟在海面航行速度。最后一种方法，即所谓的航位推测法，也是我们在16

世纪末引进测程器之前广泛使用的方法。

3）为了判断紧急情况岛相对于独木舟所处位置的方向，船长的观测必须如图2.7所示那样将紧急情况岛看成是在地平线上朝舰船的反方向运动。将地平线看成直线，那紧急情况岛的运动看起来就跟已经驶过的距离有直接关系。比如说，船长估计出驶过的距离占全程的四分之一，那么紧急情况岛也就驶过它在地平线上的可视路径的四分之一。如果这条可视路径共有八条（埃塔克）线段，那么在走完全程的四分之一时，他们应该将会到达第三条线段。通过这种简单的计算，船长就确定了到达紧急情况岛的航线并能把它找出来。（135）

萨菲特提出的计算技术中的主要事项涉及表达行走距离占全程的比例的方法。我们很容易就能想象得出导航员会怎样表述“紧急情况岛必定已经完成了其在地平线上的可视路径的四分之一路程”这一事实，虽然“四分之一”这样的比例很让人怀疑。不过，船长是怎么计算出自己已行驶的距离占全程的比例的呢？而且，只有在每个埃塔克线段自身都长度相当时，用埃塔克数目的比例来表示紧急情况岛的移动才行得通。

跟萨菲特一样，格拉德温的描述将埃塔克参照岛屿的方向与舰船行走的距离联系了起来。萨菲特认为导航员计算出埃塔克参照岛屿的明确方向以便避难用，而格拉德温则主张导航员利用参照岛屿的位置来表述已走距离占全程的比例。格拉德温写道： 76

当导航员在脑海中看到参照岛屿正在某一特定的星星下航行时，他也就清楚已经走完了相应数目的线段，也知道了已走距离占全程的百分比。（184）

这跟萨菲特的比例推导模型相似，但是这两者间的细微差异引发了一个有趣的问题：计算的本质是什么？是如萨菲特所说的那样导航员通过估计行走距离占全程的百分比来确定参照岛屿的方向，还是像格拉德温认为的那样导航员利用自己对参照岛屿方向的估计来确定行走距离占全程的百分比？很显然，这些概念跟导航员紧密相关。

在实际运用中，并非每条岛际航线边上都有一个适合用作埃塔克岛的岛屿。格拉德温注意到：

如果参照岛屿太近，它一路就会经过很多星星，把全程划分为许许

多多的线段。如果这些线段还长短不一，那就更糟了。开始时线段很长(慢)，然后随着独木舟越走越近，线段变短(快)了，因为参照岛屿从一个星星下旋转到另一个星星下，再到最后线段又令人费解地变长了。一个远距离的参照岛屿的效果则相反：它会使线段大致相当，但由于线段数目很少，不能有效地把全程划分成一定的单元。(187)

设置一个距离近的参照岛屿会迷惑人，因为当行程被划分成长短不一的线段时，估计出余下线段的数目并不能很好地得出余下行程的距离。格拉德温还描述了另外一种情形。这种情形下必定会发生跟上面同样的混乱，这萨菲特也注意到了。在跟航海专家伊库利曼的讨论中，格拉德温发现从普鲁瓦特岛到普鲁萨克岛这一段 30 英里的航行中，导航员使用了两个埃塔克岛——一个在航线以西，距离较近；另一个在航线以东，距离很远：

这个例子很好地说明了这种做法的困难：当用到两个参照岛屿时，几乎可以肯定线段长度不一致。伊库利曼没能很好地解释为什么要设置两个参照岛屿，他只是坚持说前人就是这么教的。当我又进一步追问他时，他淡淡地说道，普鲁瓦特岛与普鲁萨克岛间距离那么近，导航员实际上根本不需要用埃塔克来确定他在海上的位置，这样的话与我的问题就不相关了。(188)

77

这个系统还有另外一个特征，该特征似乎同样也会引起概念上的难题。这个特征就是无论参照岛屿相对于航线的位置在哪里，无论想象中参照岛屿正在穿越的地平线上星星的稠密程度如何，航行的最初两个和最后两个线段都几乎是相同长度的。格拉德温这样写道：

一旦驶离岛屿，导航员就进入了“视觉埃塔克”中，这个线段长到能将岛屿保持在视野内，一般约 10 英里。当这个岛屿最终消失时，导航员就进入到“海鸟埃塔克”中，并和这些夜间陆栖的鸟儿们的飞程一样长，离陆地 20 英里左右。这样，航行的最初两个和最后两个线段都长 10 英里左右。(用我们的标准来看)把航程的四个线段长度绝对化逻辑上是跟其余的埃塔克线段划分比例不一致的。(188)

而且，这个概念上的问题干扰了针对余下行程距离的计算，因为它破坏了埃塔克线段作为距离单位的一致性。格拉德温和他主要的信息提供者、

导航员希波尔共同探讨了这个前后不一致的问题，希波尔后来同刘易斯一起使用这里所描写的系统来航行，抵达塞班岛并返回（Lewis，1972，1976，1978）。格拉德温继续写道：

> 当我试图跟希波尔探讨一下他是怎么解决线段长度有差异这一问题时，他只简单地回答说在海鸟埃塔克之外他就用参照岛屿来确定距离。当我又问他怎么用以上两种办法在不同地方解决线段问题时，他说他并不觉得那是一个问题。该讨论就像伊库利曼在回答我关于参照双岛这一“问题”时一样被终结了。（189）

78

萨菲特模型的主要难题，以及格拉德温向他的导航员兼信息提供者们提的所有“问题”都源自于观察到了埃塔克线段并非测量航行距离的合适单位。有一种解释就是导航中的逻辑组织原理是很有用的抽象表述，但在紧急情况下使用时并不用严格遵循。格拉德温总结道：

> 虽然埃塔克对我们而言是种系统的组织原则，或者说是逻辑构造，但普鲁瓦特导航员不会让逻辑上的一致或不一致来干扰他的实际运用，只要他自己注意到这点。（189）

当然了，还可能有另外一种解释：埃塔克线段是测量距离的单位这一假设本身是无根据的，导致了结果明显地不规则。在我们的导航系统里根本的表征假设之一就是为了航行精确必须使测量单位一致——这样的话，事实上我们很难想象一个导航系统不依靠这些测量单位及其运用。但是没有证据记载说明埃塔克线段正起到了这个作用，也没有证据说明存在心算程序使得导航员运用埃塔克线段，好像埃塔克就是距离单位似的。

## 概念盲点

下面事例是刘易斯在跟普鲁瓦特岛的希波尔（Hipour）以及普鲁萨克岛的贝昂（Beiong）两位航海大师做研究时发生的。根据刘易斯的记载：

> 又一次我正在努力地判断一个叫做恩嘎铁克（Ngatik）的岛屿的身份——没有现成的航图来提供航线——该岛位于波纳佩（Ponape）西南的某个地方。至今好几代卡罗琳主岛的导航员们都没到过那里，但是这个岛是奥儒拉克（Oroluk）—波纳佩航线上的参照岛屿，希波尔知道

从该航线两端看出来的星向。在他跟我讲述时,我画了张图来表示恩嘎铁克岛必定位于这些埃塔克方向相交的地方(见图 2.8)。希波尔根本理解不了这一点。在他的概念里,它是移动岛屿中的一个动态岛屿。(1972:142)

79

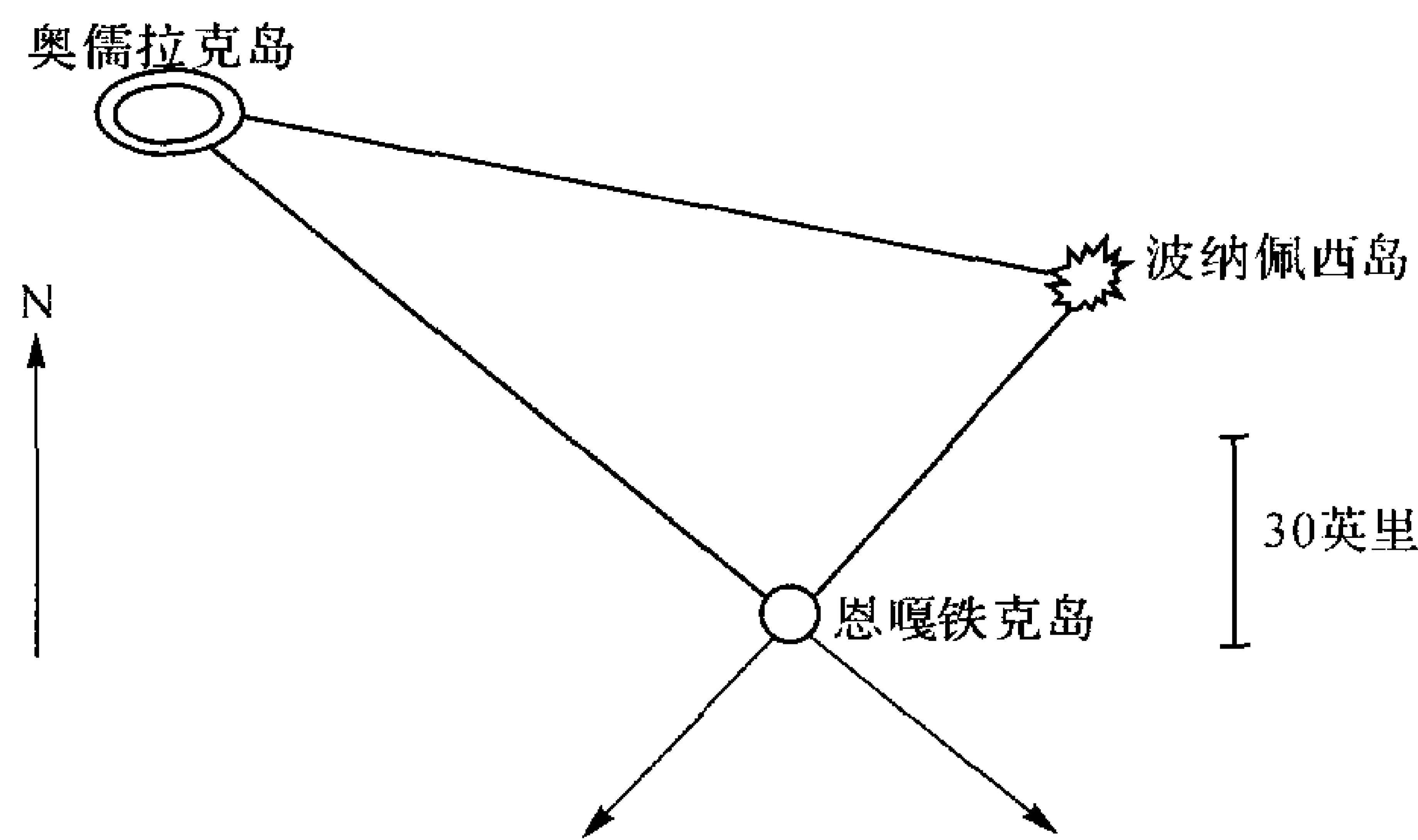



图 2.8 刘易斯判断恩嘎铁克岛的方法

这段话提到了几个重要问题:为什么刘易斯要通过画出相交方向这一技术来判断这个被叫作恩嘎铁克岛的位置?为什么刘易斯假设他提这么样的一个问题会使希波尔理解?为什么希波尔不能理解交叉方向这个思想?

让我们先来考虑一下涉及刘易斯的问题。刘易斯所用的技术显然是确定位置的有效方法。它设立了一个二维约束变量。同时它也包含了一些强有力的关于解决问题者跟问题所处空间关系的预设。首先,它要求将各个相互关联的陆地位置表征成球体状。此外,它要求有一个被我们称为"鸟瞰"的视角。问题解决者实际上并不(在没有飞机的条件下也不可能)跟这个问题所处的世界发生这种关联。我们可以认为刘易斯之所以这么做是因为对他而言,提出并解决问题与物体在二维空间里的相对位置有关,这是一个再自然不过的知识框架了。西方导航员一直是用这种视角的。当他获取一个陆标的方向时,他的视角是关于真实空间的真实视角。然而,一旦他弯身看海图,他就不再是概念性地在船上,他是在海面上,在表征真实空间的海图上从他舰船所在的位置往下看。有时航海新手们会觉得这种视角的变化让他迷惑,尤其是在海图的定向刚好跟现实中的物体的方向不一致时。

80

对刘易斯的主张,贝昂也觉得迷惑不解。在理解这一点时,他为我们提供了一个看待密克罗尼西亚概念系统的操作的重要视角:

他最终成功地施展了绝技,在脑海中看到自己同时从奥儒拉克岛到波纳佩岛、从波纳佩岛到奥儒拉克岛航行,而且在这两条航线的起始

处他都看到了到恩嘎铁克岛的埃塔克方位。他用这种方法理解了海图，最终认定这张海图显示的位置是对的。(143)

贝昂的理解方式说明了对于卡罗琳岛导航员们而言，一个岛屿的星向并不简简单单地是一个空中线条的方向，而是指从导航员的位置看出来的星星的方向。为了看到各条星向确实会在岛屿相交，他不得不设想自己同时在航线的两端。这样他就在脑海里看到了一个在奥儒拉克岛的导航员所看到的从其所在位置发出的到恩嘎铁克岛的星向，以及一个在波纳佩岛的导航员所看到的从其所在位置发出的到恩嘎铁克岛的星向。当刘易斯提出该岛应该位于星向相交的地方时，可能贝昂所设想的场景应该和图 2.9 所刻画的情形差不多。把这跟刘易斯的主张在自己脑海中设想的场景(图 2.8)比较一下，也许现在就更好理解当时希波尔为什么惊愕不已了。埃塔克岛的星向是从导航员自身那里发射出来的。这么说的话星向只在他所在位置相交。在他的导航概念里，埃塔克岛航程开始时在一条星向下方，结束时在另一条下方。简直难以想象这两条相关的星向除了在他自身位置外可能会在任何位置相交。

由于卡罗琳岛导航员在真实的局部空间里采用真实的视角来判断星向，似乎看上去，将埃塔克线段和岛屿之间海水区域的抽象表征投射起来会有违他的概念。格拉德温(1970)所说的导航员注意到"已经完成了一定数目的线段"的言论以及刘易斯、格拉德温和萨菲特所用的表征埃塔克参照岛

81

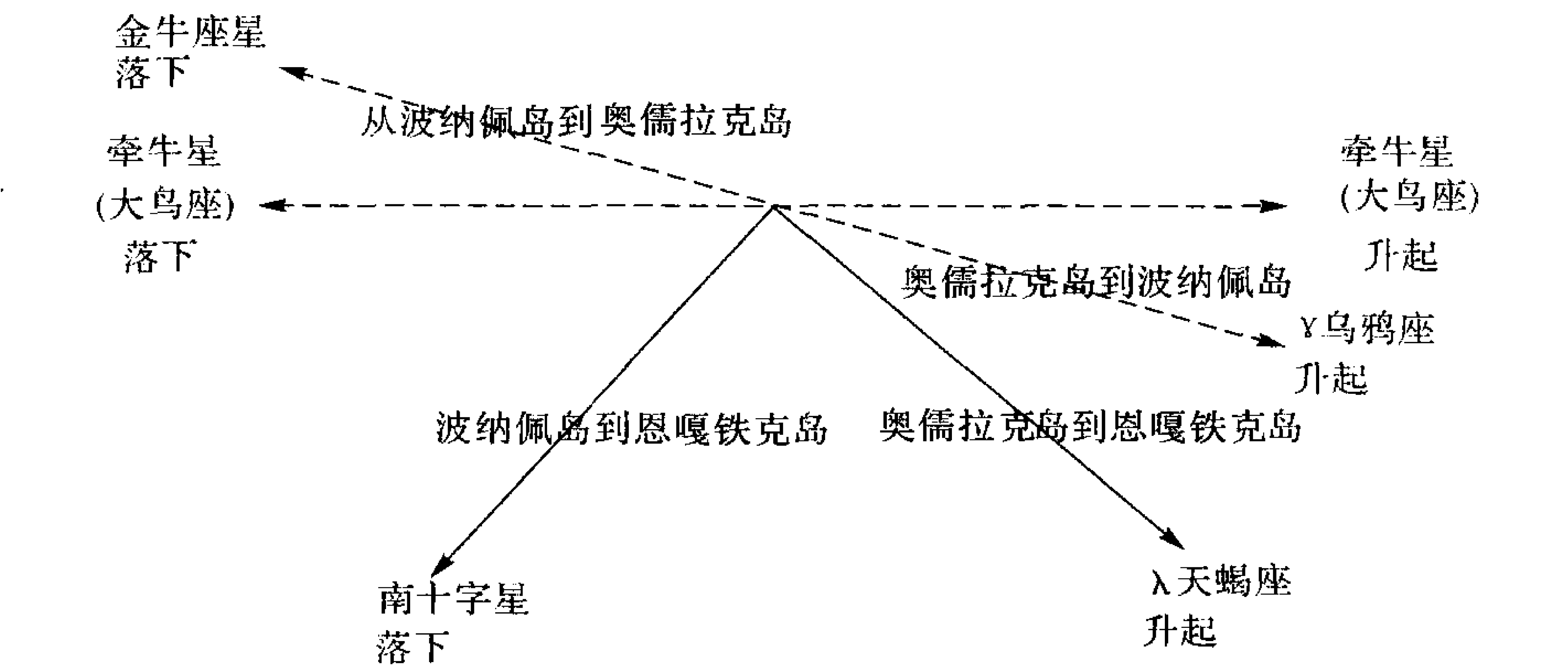



图 2.9　希波尔思考星向的方式。对密克罗尼西亚导航员而言，所有的星向都从自己所在位置朝外发射出去。该图用西方的鸟瞰视角来展示密克罗尼西亚人们的概念。

屿的相关变动方向的海图都暗含着两个预设：即导航员用类似鸟瞰的视角来看他所处的空间，以及导航员所看出来的航行就是他的独木舟在空间里的位置的改变，而他对这个空间的视角始终不变。这些预设确实就是西方导航员对导航概念的预设，但是看起来并不与卡罗琳岛导航员的概念相符。这些预设跟当地人的口头资料（比如，对海岛相对于导航员的运动的描述）以及行为资料（比如，在一个微不足道的推理面前表现出来的惊愕）都不相符。

人们很容易批评卡罗琳岛导航员们在导航中以自己为中心的视角，因为对海图的全球视角似乎更加有用。在断定西方的视角更高明些之前，让我们先考虑一下下面这个思想实验：黎明时分去一个位于高处的位置，然后直指正在上升的太阳的中心，这样在空间里形成一条直线。在中午时分再到这个高点直指太阳中心，这就形成了另外一条直线。然后我宣称太阳所在的位置就是以上两条直线相交的位置。这看起来有问题吗？虽然这两条线看起来相互垂直，但它们在太阳所在位置相交了。依我们的直觉来看，事情显然不是这样，因为我们通常对太阳位置的构想根本不是去设想它的位置。相反，我们设想的是它相对于由地平线和天顶构成的空间的方向。我们并不感觉到地球的转动是地表绕着地心运动，而是觉得天体在绕地球转动。然而，从太阳系以外的角度来看地球，明显那两条线条会相交，这样一来很显然太阳确实就在线条相交的位置（图 2.10）。

82

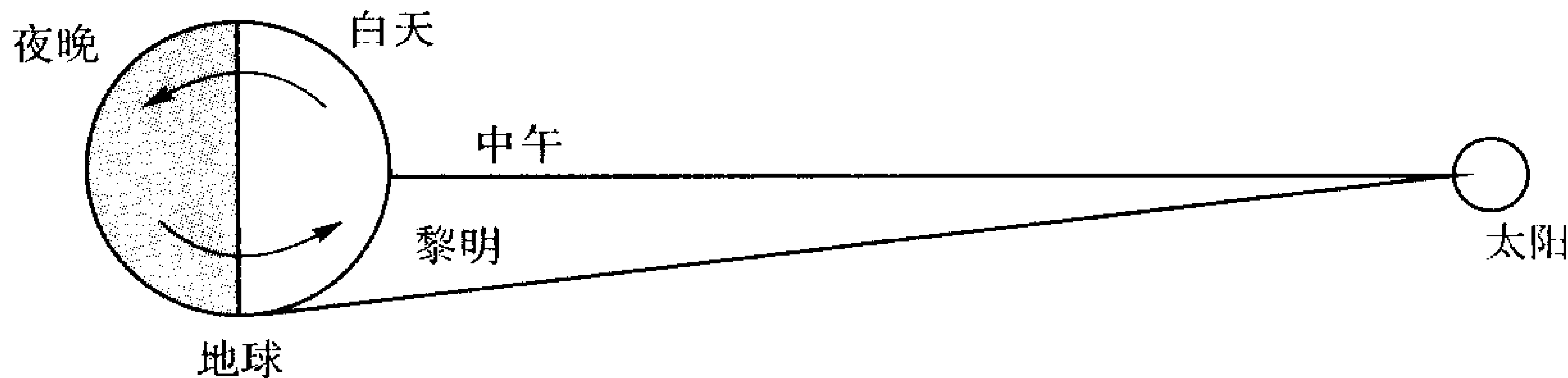



图 2.10　以太阳为中心看到的黎明和中午时指向太阳的线条（未按比例）。太阳确实位于两线相交的位置。

我们日常对太阳运动模型的理解跟卡罗琳岛导航员对参照岛屿位置的概念非常相似。对表征方式的选择限制了有用结论的类型。因为我们西方人都熟知哥白尼的理论，我们可以坐下来让自己相信我们在一个转动的星球表面。毕竟，这是思考这一事情的“正确”方式，但并不一定是最有用的方式。现代的航空航天特地运用前哥白尼时代思维，原因就是地心说里物体在一个静止的空间运动使得人们在推断天体的位置时比用日心说更容易计算。当然了，从银河系之外的角度看，日心说本身也是虚构的，它使得人们

更容易描述太阳系以内的天体运动，但是它无法表征太阳系相对于宇宙中其他恒星的运动。这种“诚实的宇宙论”再也不是今天的导航员们关注的内容了。

这些观察很大程度上限制了对卡罗琳岛导航员之埃塔克系统的解释。可成立的模型必须既不依赖距离的任意单位，也不牵扯到用鸟瞰的视角观察导航员和其处于某被表征空间里的舰船。 83

## 可供选择的模型

卡罗琳岛导航员通过使用运动的参照岛屿这一概念得到了什么？西方导航员发现，在表达或记录行程的进展时，湾图与其他模型是不可或缺的工具。卡罗琳岛导航员完全能够想象甚至绘制群岛的海图，但是这些概念跟他们在导航中使用的移动岛屿、星向概念相冲突。刘易斯的图标在希波尔看来毫无意义，因为希波尔在考虑星向时从不用鸟瞰视角。此外，虽然他们有绘制海图的技术，我们也知道这些导航员在导航中从不携带海图之类的东西。

让我们在使用语境中考虑卡罗琳岛导航员的概念。在航行起始处，导航员想象参照岛屿在他前方地平线以外的一侧。一系列特定的星星在地平线上的某一点上升或落下，在他看来，参照岛屿就在该点下方。在航行过程中，参照岛屿会沿着它的路线向后移动，始终保持在导航员视线以外。这样一来，参照岛屿一直在一系列星向的下方，最终它位于那标志着从目的地到参照岛屿航线的星向的下方。如果舵手始终保持航行笔直，那么这时独木舟就应该到达目的地了。近来论述卡罗琳岛航海的研究者们都忽略了关于在导航员视线之外往回运动的参照岛屿的一个重要方面，但萨菲特早在1911年就注意到了。萨菲特当时惊奇地发现导航员们将地平线看成与独木舟航线平行的直线。对于通常把地平线看成弧线的西方导航员来说，这非常让人猜不透。为什么这些卡罗琳岛导航员要使用这种与事实不符的预设呢？

萨菲特意识到了卡罗琳岛导航员把地平线看成直线、想象参照岛屿在地平线之外运动的重要性。

在这一幅图景中，地平线变成了与航线平行的直线，而且在这条直线上，参照岛屿从最初的方向经过一系列中间方向最终到达最后的方向，这一过程跟独木舟从出发岛屿到达目的地岛屿的过程是完全成正比的（图2.11）。当然了，导航员并非用该图所画的鸟瞰视角来考虑航海。相反，关于埃塔克岛屿在地平线下方的虚构运动是独木舟上的导航员的自然视角想象出来的（但看不到的）航行的完整模型（图2.12）。它是对航行空间延展以及沿该航行的进程的表征，这既不要求构建地图也不需要视角的转换。对

于将角位移转换成线位移这一过程而言，最重要的就是直地平线概念。

84

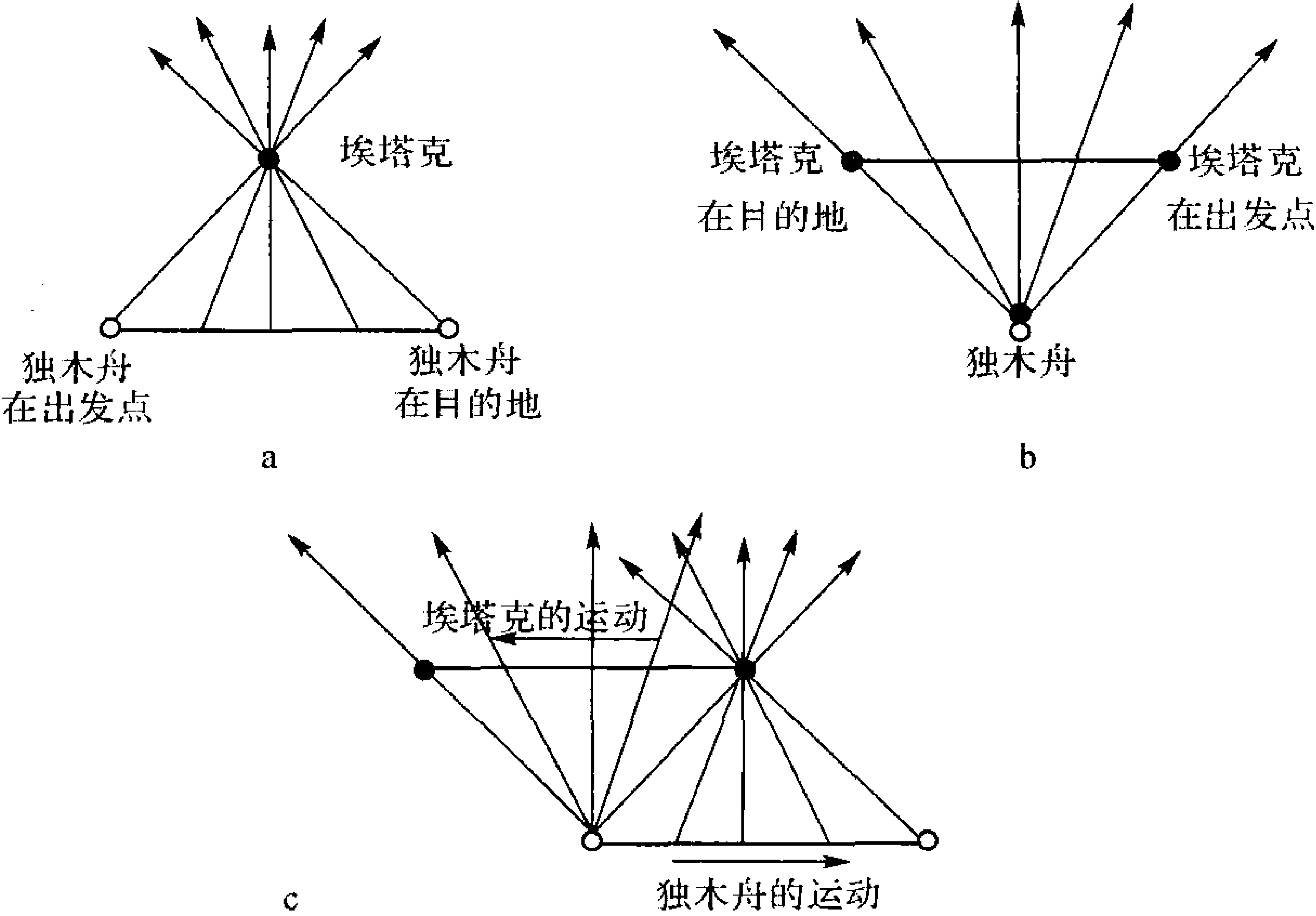
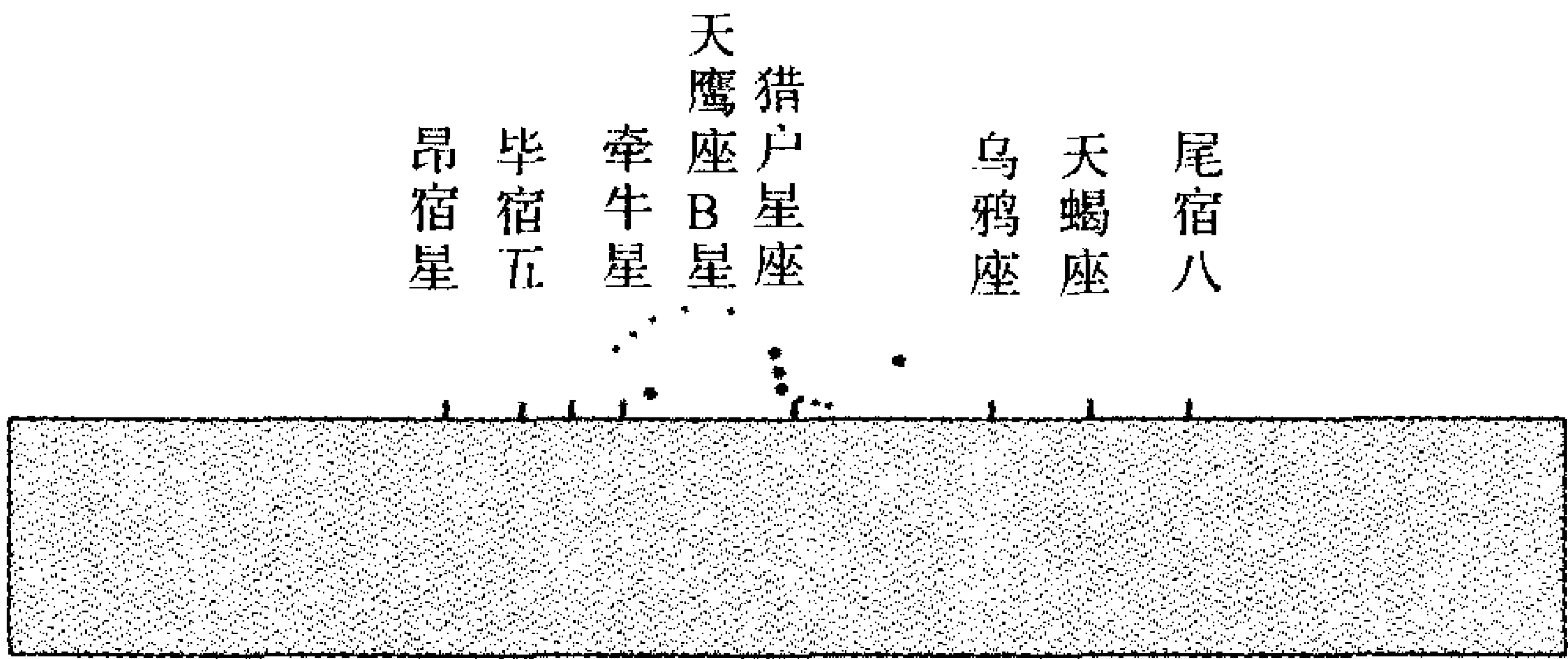



图 2.11　(a)关于独木舟的运动和相对埃塔克岛屿的星向的变化的标准西方表征。(b)密克罗尼西亚人将同一现象表征成埃塔克岛屿在星向下方运动。(c) 想象出的埃塔克岛屿运动是关于沿航线航行的独木舟的运动的一个模型。




85

图 2.12　从独木舟上所看到的带有星位的地平线。当导航员看着地平线时，他想象星向的位置。在本图中，猎户座正在上升。这就为整个恒星罗盘的构建设立了支点，包括那些目前看不到的星星所确定的位置。地平线下方阴影部分表示独木舟与地平线之间的水域。

在地平线正下方沿线移动的埃塔克参照岛屿这一图景会很自然地与时间的流逝联系起来。一个导航员所持有的对于每条航线知识中的一部分包括各种情况下预计航行需要的时间量。假如针对某一特定航行，一个导航员知道在有利情况下行走一天后他能到达目的地。如果他是中午时分(通

常都在这个时间启程)出发,他可以估计到自己大概在第二天的中午左右到达目的地。按照参照岛屿移动这一方式看,上述航行意味着参照岛屿在一天里从最初方向下的某一位置运动到最终方向下的某一位置(图 2.13)。在正常速度下航行,导航员还可以将航行中其他时间跟参照岛屿的其他方向联系起来(图 2.14)。这样一来,他不仅在视觉上看到了航行在空间上的进展,也看到了航行及其组成部分在时间上的表征。一旦航行情况跟所期望的相一致,那么在任何时间判断参照岛屿在地平线以外的位置这一任务简直就是小事一桩。导航员要做的就是判断当时的时间以及参考正沿地平线移动的参照岛屿。通过指向地平线上那个表征当下时刻的位置,导航员就已经直接指出了参照岛屿(图 2.15)。 86

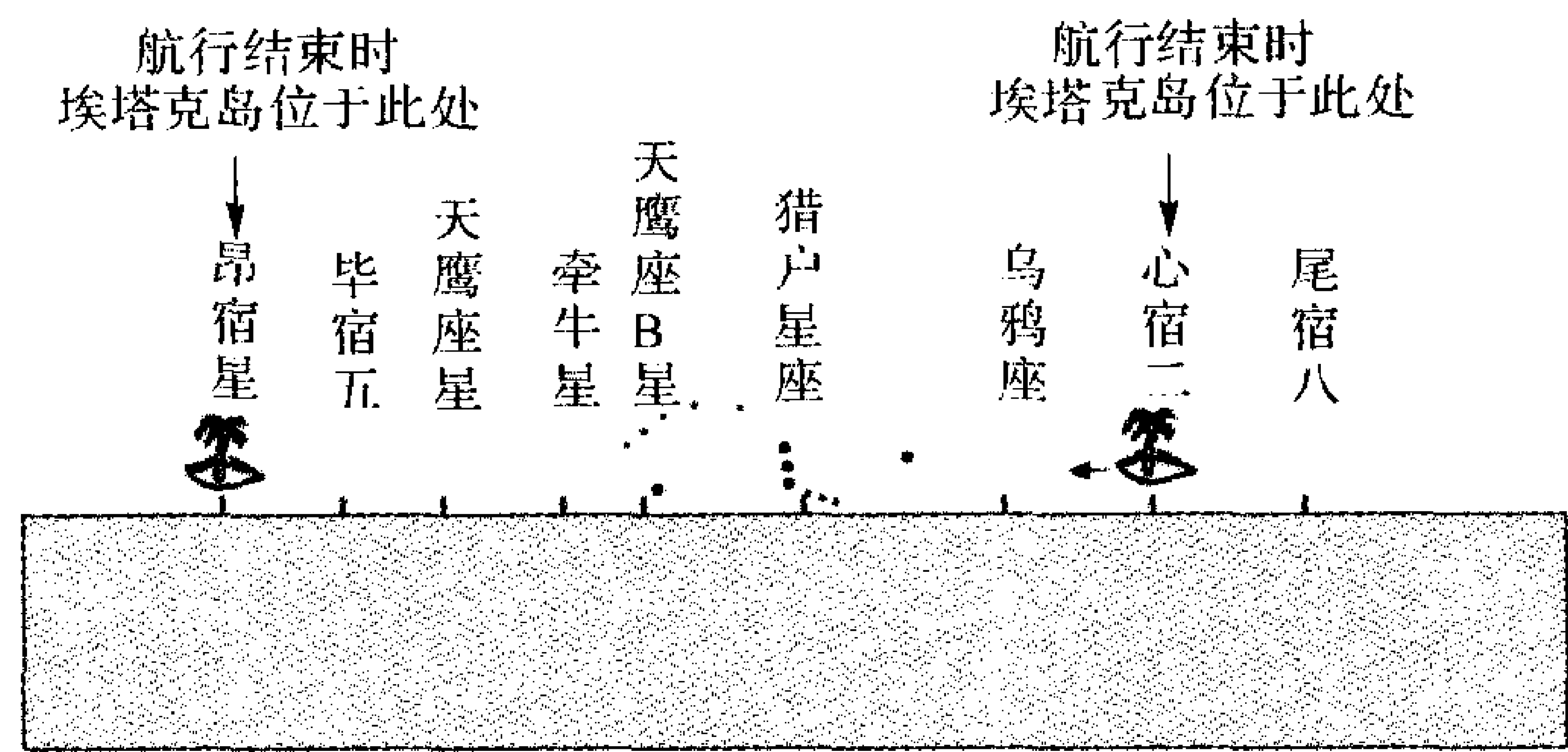



图 2.13 起始方向和最终方向在星位上的叠印。航行起始时埃塔克岛屿的星向位于星宿二下方。航行结束时埃塔克岛屿的星向位于昂宿星下方。埃塔克岛在想象中沿着地平线从心宿二确定的星位运动到了昂宿星确定的星位上。

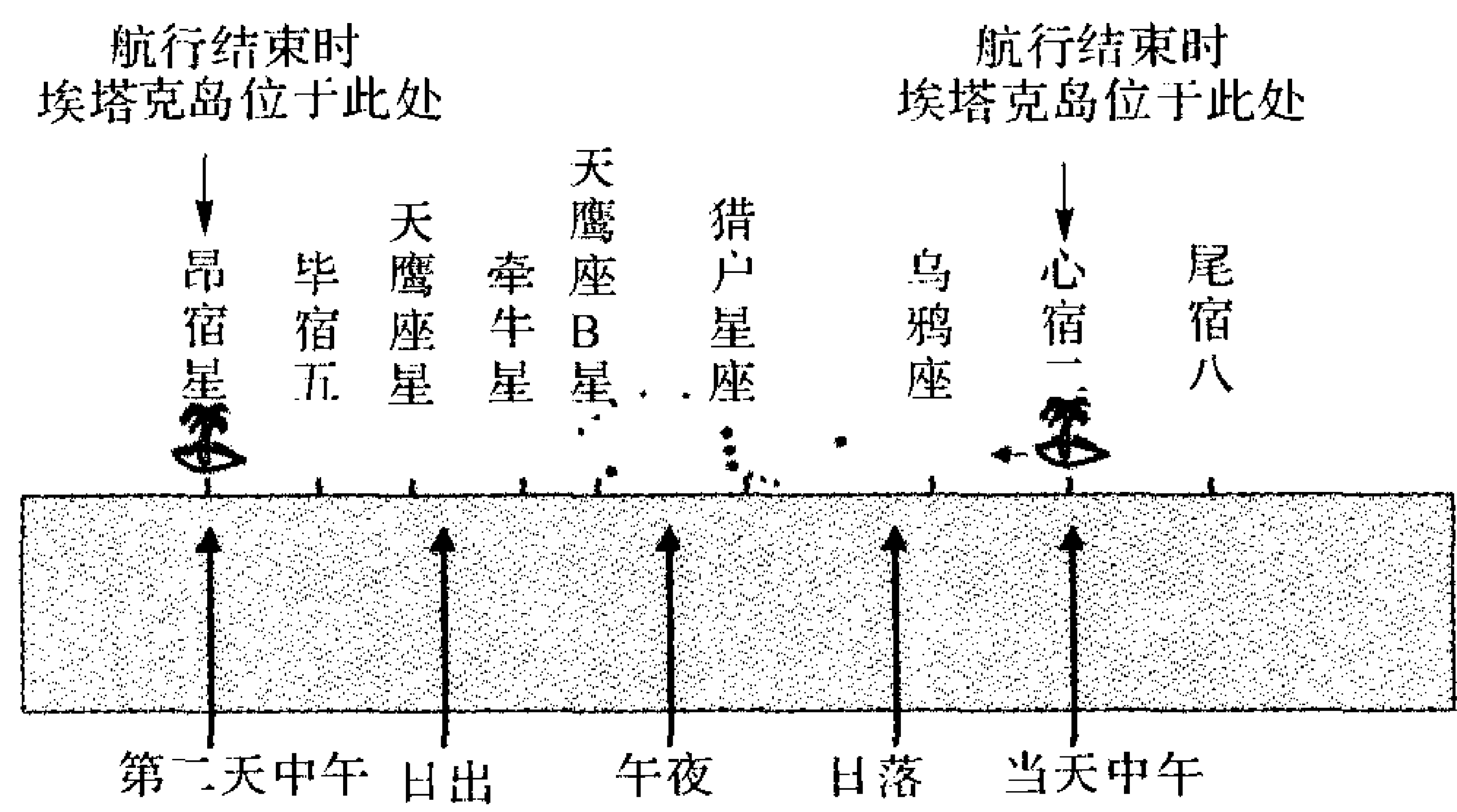



图 2.14 星位和埃塔克岛上添加的时间标示。预期航行全程被绘制在埃塔克岛的起始星向与终点星向间的空间上。

埃塔克线段是距离单位,这一假设引导格拉德温认识了三个明显不连 87

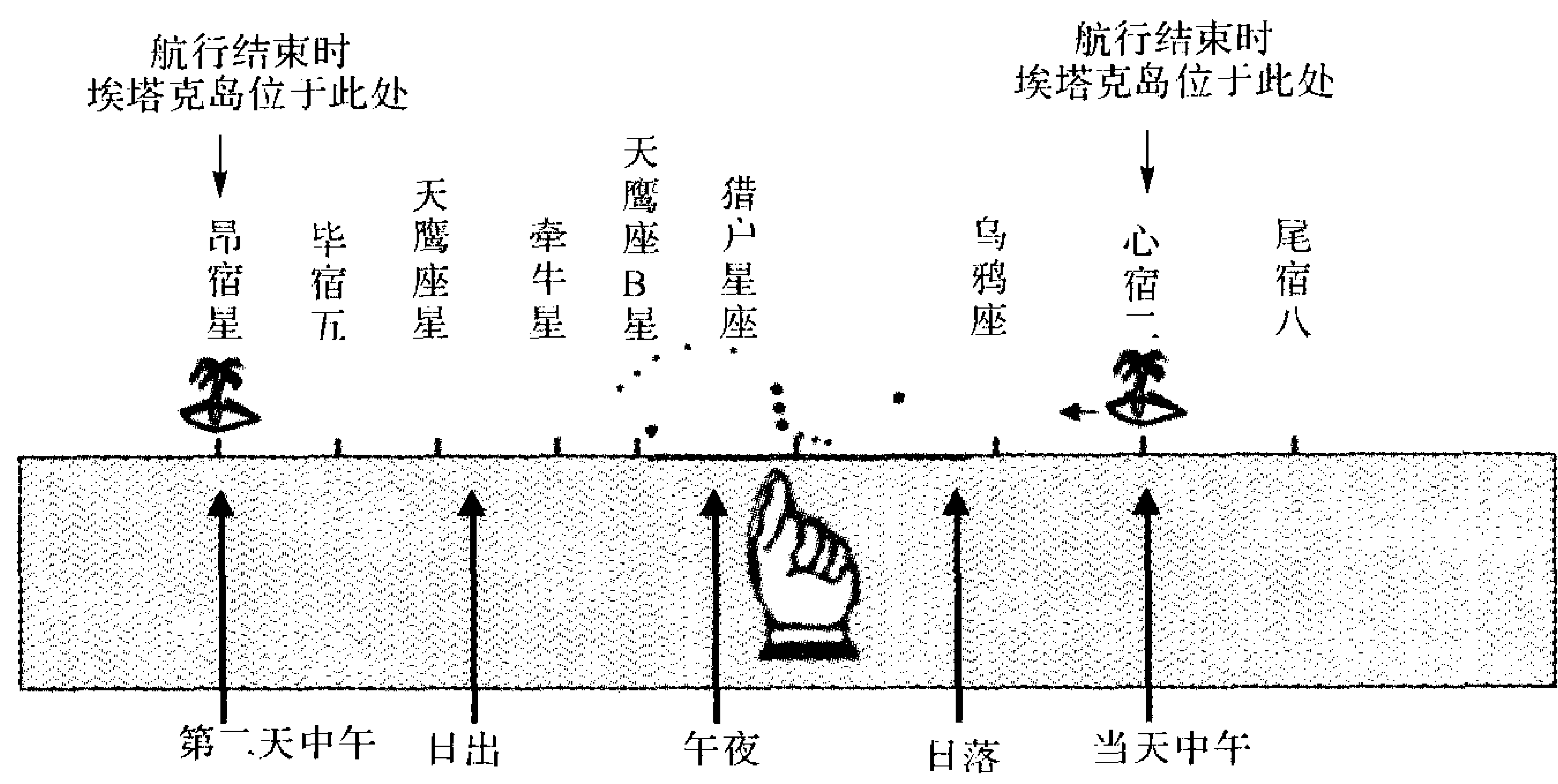



图 2.15 午夜前导航员指向埃塔克岛。他所要做的就是把手指向时间坐标上当下时刻的位置，该时间坐标被添加在星位所确定的空间标示上。

贯的地方：埃塔克线段长度不一令人迷惑；一次使用多个埃塔克参照岛屿使得埃塔克线段的界限相互矛盾；航行最初和最终时埃塔克线段的界线相互矛盾（这是由于在使用星向确定的埃塔克线段之外还使用了海鸟埃塔克和视野埃塔克）。格拉德温发现这些概念“与之前所讲的理论完全不连贯”（189）。

在我的模型里，没有必要去假设埃塔克线段是距离单位。我们也废弃了埃塔克线段的数目被用到已完成和待完成的航程比例的计算中这一观念。线段长度的不均匀不再是一个别扭的概念问题；它仅仅反映了在一次典型的航海中，导航员在航程中部而不在航程两端时有更多的星向确定的概念标示。事实上，如果我们听导航员们讲述，我们会发现他们并没有讲埃塔克线段的空间持续量（长度），他们所讲的是线段的时间持续量。正如格拉德温（1970：187）所注意到的：“开始时它们相当长（‘慢’），随着独木舟渐渐驶近，它们变得越来越短（‘快’），在航行结束时又变长，这是个让人迷惑的效果。”导航员所关注的并非他在某一特定的埃塔克线段中航行了多远，而是他要走多远才能够断定参照岛屿已经往回走到下一个星向下方。

一旦将埃塔克线段概念脱离出距离单位这一观念，一次使用多个埃塔克岛屿、星向确定的埃塔克线段与海鸟以及视野确定的埃塔克线段重叠这两个明显的问题就不复存在了。在航线的两侧各设置一个埃塔克岛屿在航行中赋予导航员更多的概念标示。这并不会成为困扰导航员的问题。但是，如果在航线的一侧设有两个参照岛屿，那导航员就会有两套完整但互不共存的添加在一条地平线上的时间方位参照，这可能会导致混乱。但是萨菲特（1911：134）对这个问题很清楚。他说当使用两个参照岛屿时，他们“特

意选择一个位于航行方向的左侧、另一个位于右侧的岛屿。”格拉德温所设想的两侧各一个参照岛屿的混乱不复存在。因为埃塔克线段不是绘制在航线上，而是在位于参照岛屿前方的地平线上(图 2.16)。 89

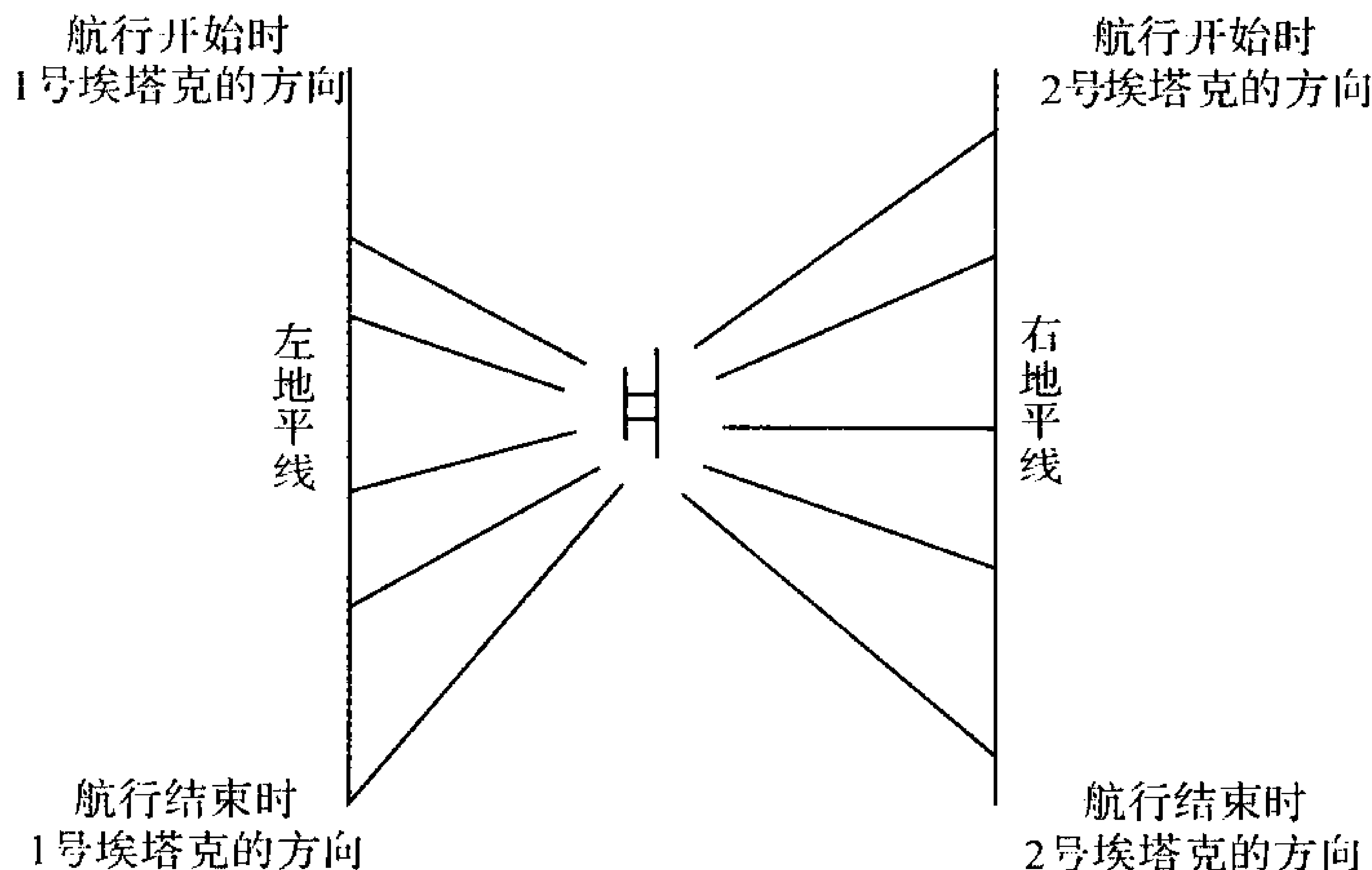



图 2.16 使用两个埃塔克岛屿的效果图，分别位于航线的两侧。该两个埃塔克岛的星向互不干扰，因为它们在地平线上航线两侧的位置相互独立。

作为概念标示，视野埃塔克和海鸟埃塔克策略与星向确定的埃塔克线段观念是完全一致的。星向确定的埃塔克线段是某一特定方式产生的概念标示，而视野埃塔克则是另一种方式确定的标示。它们一旦被确立，对于导航员的功用都是一样的。它们不被用到数字计算中，相反，它们赋予导航员一个更直观的关于他所处位置(或者事实上，岛屿位置)的表征。另外，由于星向埃塔克线段在航行起始和结束时比较慢，这些地方有其他的概念标示对导航员可能会有用处。

那些跟已知的测海学特征没有关联的虚构埃塔克岛是怎么回事呢？如果这里所讲的埃塔克概念是正确的，那么在埃塔克位置上就没必要存在一个岛屿了。在任何特定的航行中，导航者只需要把他的航行看成是某一个不可见的点从航线一侧前方的某一星向下出发，运动到航线同一侧某一后方星向的下方即可。这样一个虚构的物体就完成了所有需要埃塔克所作的概念内容。奈瑟尔(Neisser)说过，将埃塔克岛屿当成危急情况下可以驶往的安全岛屿这一错误假设是“对导航者的抽象概念的一种过于具体的解读”(奈瑟尔，1976，引自弗瑞克，1985)。

当航行情况有利时，这一概念和技术使得计算岛屿位置轻而易举。不过，让我们来假设航行所遇的状况跟启程时期望不一致的情况。导航者是

90 怎样更新自己对参照岛屿运动的想象以便反映他的航行速度的状况的？这个问题的关键在于判断航行速度以及该判断的表达方式。任何经验丰富的西方游艇驾驶者都能在没有仪器辅助的条件下相当准确地判断船在水面的行驶速度。小船的驾驶者通过感觉正在水面行驶的小船，关注小船穿越浪花时的加速，感觉明显的风、尾波的样子和声音（速度在5节以上时尾流会嗞嗞作响）、船舵的反应，以及很多其他的感性认识就能够判断速度，正常情况下他们将该速度表示成一定数目的单位——通常是节。节，即每小时一海里，对于游艇驾驶者来说是个很好的选择，它使接下来的数字计算很方便。你可能将速度表示为每两周1/8英里(furlongs per fortnight)，或者用一个令人惊讶的刻度来表示，但是这些都不能很好地适用于接下来的计算。对于卡罗琳岛的导航员们而言也是一样。毫无疑问，他们能精确地判断速度；但是将他们的判断用节来表示对他们一点好处都没有，因为节这个单位跟移动着的参照岛屿的视觉图景中的任何计算都不兼容。

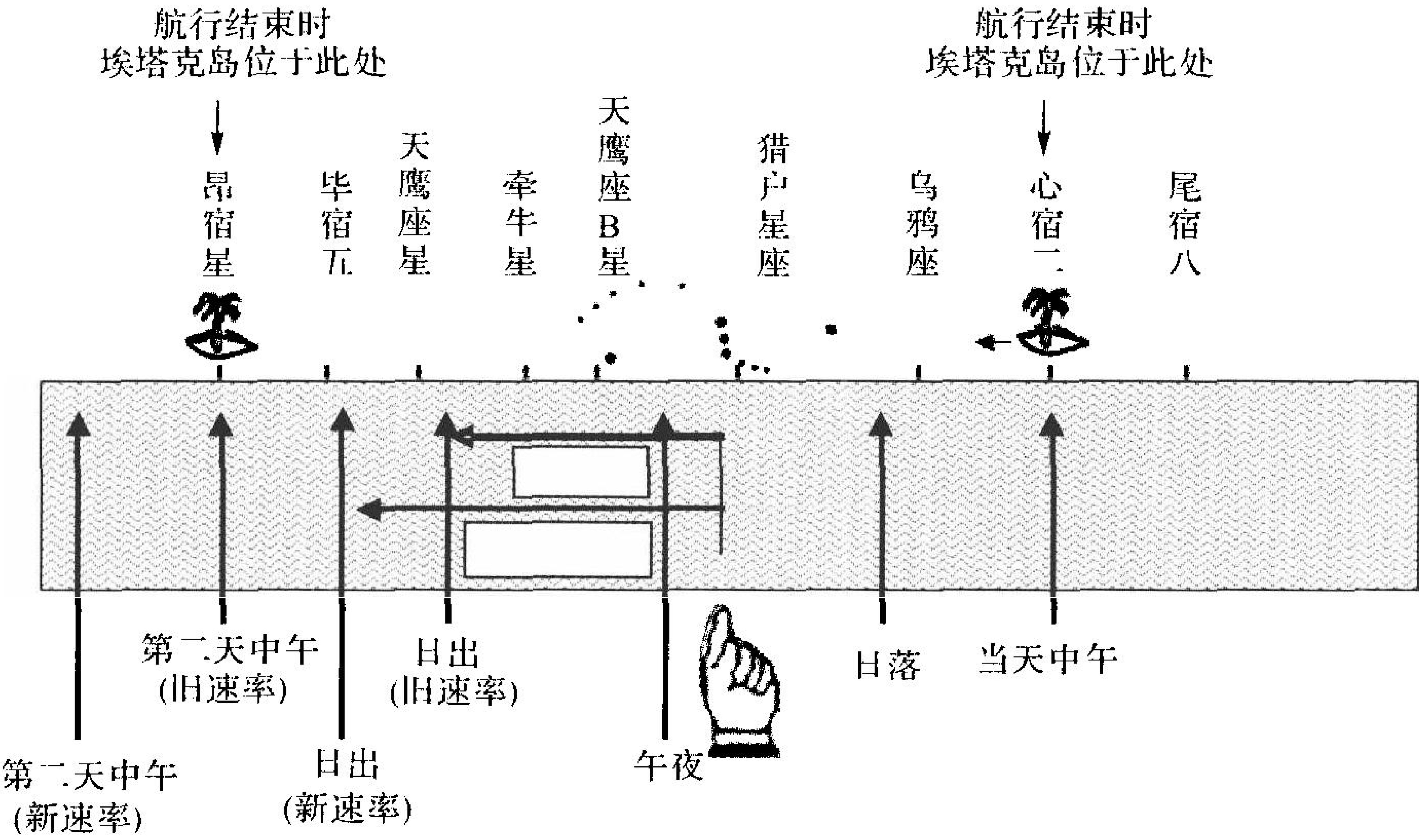



图 2.17 重新构建埃塔克图景来反映速度的变化

很明显，这里所需的表达速度的方式应与视觉图景相协调。考虑一下下面的假设方案。在航行的某一位置上（这可以是航线的任何位置，包括起始点和终点），独木舟的速度发生变化。导航员用根据之前速度确定的时间标示来重新构建参照岛屿的运动图景。如果变速发生在航行刚刚开始时，导航员会把常用的或默认的速度看成是之前的速度。用从参照岛屿目前的位置到任何未来方便的时间标示之间的地平线线段来表征之前的速度（见图2.17中被标为“旧速度”的线段）。这表征了导航员所预期的参照岛屿以

之前速度从目前时刻到他所选的时间标示期间所做的运动。问题就在于要去判断参照岛屿在相同时间内用新的速度所做的运动。如果新速度比旧速度快，那同一时间内参照岛屿会在地平线上走得更远；反之则走得更近些。导航员用旧速度作为刻度，想象出另一个线段（图 2.17 中的“新速度”），起始 91 点位于参照岛屿目前的位置，线段沿着参照岛屿明确的运动方向延伸。该线段表征了对新速度相对于旧速度的量值的判断。现在简单地把时间标示从旧速度线段的终点处挪至新速度线段的终点处。这样该新速度线段就确定了新速度的新时间刻度。正如该图所示，航程余下部分的时间标示也可以做相应的移动，导航员也就预计出了一套新的关于埃塔克岛屿到达接下来各个位置的时间。当然了，这个步骤可以在独木舟在水面航行时有任何注意得到的速度变化时使用。所以导航员可以一直更新与参照岛屿对应的时间方位，这使得他能判断自己已经航行了多少，还有多少有待完成。

参照岛屿变化方向这一观念可以为我们通常的思考方式所接受，在这里，独木舟运动而岛屿静止不动。那么，为什么密克罗尼西亚导航员们坚持认定他们所知道的并不真实，坚持想象独木舟静止而岛屿在独木舟周围运 92 动呢？

所有的导航计算都要用到参照体系。密克罗尼西亚概念中最突出的一个方面就是埃塔克岛屿的运动，恒星罗盘定义的星位就是该运动的固定背景。这里有三个相互联系的元素：舰船、岛屿、方位框架。为了保持所观测到的运动视差间的关系，你可以使舰船和方位框架运动而岛屿静止（西方导航的办法），或者你也可以使舰船和方位框架静止而岛屿运动（密克罗尼西亚导航的办法）。在西方导航体系里，方位框架是罗盘，或者旋转罗盘，而且是放在舰船上的。在密克罗尼西亚导航中，方位框架是由恒星罗盘定义的星位确定的，并且星位是固定的。这两种设计都各自简化了某些计算，同时使另一些计算难度加大。

对密克罗尼西亚导航员而言，岛屿在运动，因为相对岛屿的位置来更新导航员和星位两者的位置，比在由导航员和星位确定的框架里更新岛屿的位置这一方法的计算更为便利（哈钦斯，欣顿（Hinton），1984）。

## 小 结

在密克罗尼西亚导航体系里，每条岛际航线都以当地特色表征了位置一位移约束变量。从一个已知的地点出发持续向前航行暗示了一条 LOP。到埃塔克岛的虚构方向形成了第二条 LOP；独木舟的位置必须同时满足这两个一维约束变量，虽然这两个表征在西方导航员的海图中并不直

接相交。独木舟所走的航线暗示了表征独木舟航线轨迹的LOP。海鸟埃塔克和视野埃塔克概念提供了位置圈约束变量。他们也用到等深线，在一些航线上他们会用一种平顶海山法短途航行，从一个海山航行到另一个海山。93 即使他们没碰到陆地，他们也能根据海面下海山导致的海水变色来判断自己的位置。在由埃塔克岛屿的星向确定的空间标示上添加时间标示，这明确表征了距离－速率－时间约束变量。在这个体系里，没有统一的单位来表示方向、位置、距离和速率，也没有模拟－数字转换和数字计算。相反，这里有许多有特定用途单位，他们优雅地将世界“看待”成一个内在的结构置于一个外在结构之上以便形成一种计算的图景技巧。通过构建这个图景，密克罗尼西亚导航员在他“脑海中的眼睛”里进行了导航计算。

## 2.5 前现代西方导航

现代导航技术更多地源自近代，而非我们许多人可能想象的那样。在引进磁罗盘(约公元1100年)之前，欧洲的导航看起来非常像密克罗尼西亚导航的一个不成熟的版本。我们不知道这两种导航体系间的相似是不是源自于各不相干的发明，也不知道两者在多大程度上有着同一个起源。有学者曾试图将这里的部分特征追溯到同一个阿拉伯起源(Lewis，1976)，但是能支持这种关联的证据少之又少。不管是什么理由让它们存在的，我们都可以考虑一下以下几个相似之处。

在发明罗盘磁针之前，太阳和星星是西方导航员的向导。在《奥德赛》(Odyssey)里，荷马(Homer)让奥德修斯(Odysseus)通过保持北斗星在左侧、朝向昂宿星和大角星的航行从西方回到家中。昂宿星和大角星的落下很相似(它们消失在东地平线上的同一位置)，它们升起的时间间隔11个小时(夜空里它们的位置相反)，所以在任何季节的夜空中必有其中的一颗星星(Tayloy，1971)。这显然是个线形星座结构，虽然一个星座只有两颗星星时用途会比较有限(因为两颗星星不会一直在地平线附近，这样导航员就无法利用其来制定航线)。

在古希腊，人们用斯塔德(stadia)(一个斯塔德大约相当于1英里的1/10 94 长)表示很短的距离，早期航海中更长的距离则是用一天的航行量来表示。该距离是指“一艘正常舰船在强劲的顺风条件下航行24小时所走的距离”(Taylor，1971:51)。密克罗尼西亚导航体系中表示岛屿间距离的单位正好也是建立在这一概念基础上的，唯一的不同之处在于密克罗尼西亚导航

员们关注的是独木舟一天的航行量(Riesenberg,1972)。不过,这要求导航员去识别完成“一天的航行量”的航海条件。这种判断能力可能是任何导航员都无法细致描述的一种技术——“但一旦航行开始,船主和舵手都很自豪地确信自己能明白他们舰船的‘感受’,明白船只走了多少路程了”(Tayloy,1971:52)。

肯宁(Kenning)这一“距离单位被早期的海员们所使用,它相当于舰船接近陆地时海员从近海最早看到海岸时舰船离海岸的距离”(Cotter,1983b:260),这看起来就是视野埃塔克的欧洲版本——尽管由于欧洲舰船的甲板总体上要比密克罗尼西亚独木舟的甲板高,看到的距离会更长。这在任何类型的海员看来都是很显然的概念。在西方导航体系里,它成了距离单位的基础。一旦确立,它就被用来作为那些给出“从海岬到港口间的肯宁数”(Cotter,1983b:255)的航海方向中的距离单位。

在西方传统里自圣经年代起对鸟类的观察就很重要了。弗森(Fuson)(1987)报道了下面这条来自于克利斯朵夫·哥伦布(Christopher Colunbus)在第一次驶往新大陆时的航行日志的内容:

> 这天后来我看到一只来自西北西方向(WNW)、飞往东南方(SE)的燕鸥。这是一个明确的信号,它说明陆地位于西北西方向。因为这些鸟晚上栖息在岸上,早上飞往海面寻找食物,而且它们不会飞行60英里。(65)

> 我知道葡萄牙人发现的大部分岛屿都是由于海鸟而被发现的。(71)

前一条记录说明哥伦布不仅利用鸟类的行为来寻找陆地,而且还跟密克罗尼西亚导航员作了同样的推测。第二条记录显示了哥伦布对该技术重要性的评价。哥伦布航海之前的那个世纪里,葡萄牙发现的岛屿比任何其他欧洲国家发现的都要多,这就强有力地支持了该技术的重要性。 95

当欧洲最早探索海洋时,人们通过测量北极星或者经过当地子午线时的太阳的地平纬度来粗糙地判断纬度。然而他们根本无法准确地判断经度。在寻找一个经、纬度已知的岛屿时,欧洲导航员到达目标纬度线时尽量使自己在目标经线的逆风处;然后他就可以沿该纬线顺风而下,直到看到目标岛屿为止。可能传统的太平洋导航员也运用这种“纬度航行”技术,尽管传统技术本身的性质使得我们没有证据来证明这一点。很有意思的是,奈诺阿·汤普森(Nainoa Thompson)——一个年轻的夏威夷导航员,曾经师从

一位经验丰富的卡罗琳岛导航员——发明或者说发现了在海上判断特定岛屿纬度的技术。为了证明纬度航行技术的效用,他在没有任何仪器辅助的情况下,运用该技术完成了从夏威夷到塔希提岛的长途航行。这一技术有赖于观测在地平线上升起或落下的一对对星星。在一特定纬度上,如果你发现两颗星星在同一时刻在东地平线落下,那么当观察者在该纬线以北时,这两颗星星在更偏北的地方比其他的更早升起;当观察者在该纬线以南时,这两颗星星在更偏南的地方比其他的更早升起。通过为每个目标岛屿鉴定几对星座,导航员是能够精确地使用纬度航海技术的。

## 2.6 传统间的分歧

早期欧洲航海与密克罗尼西亚航海间的相似之处源于彼此都不可能对非常实用的规律视而不见。在这两种传统间也存在很多差异,并且随着时间的推移差异越来越多。可以通过西方航海发展中三个联系紧密的趋势来看这两个传统间的分歧:不仅对仪器工具的原理,也对其物质结构的知识和运用作越来越多的总结归纳;作为模拟一数字转换的测量技术得以发展,随之也越发依赖数学计算技术;出现海图,这成为地球以及绘制航线这一航行主要计算象征的基本模型。

96

### 知识与实践在人工物物理结构中的结晶

密克罗尼西亚导航员把所有航行所需的知识都记在脑海里。有时为了教授他人,他们会在沙滩上画图,但那些图(当然)只存在一时,并不会被带到航行中去。在西方航海传统里,仪器成为知识的仓库,它们的结构都是持久的,所以一个简单的仪器可能代表的知识比任何个人所知道的都要多。而且,通过联合和叠加各个功能的结构,仪器体现了各种知识,而这些知识可能是很难在脑海中呈现的(Latour,1986)。很多西方导航器具的构造基础的原理是把任务的计算约束变量构建到仪器的物质结构中去。我会用几个例子说明这种普遍的策略。

**星盘(ASTROLABE)**

星盘(图 2.18)发明于大约公元前 200 年时的希腊,它是关于天体运动的机械模型,可随身携带。它被中世纪的拜占庭人保存了下来,经由阿拉伯人,在大约公元 1000 年时回到了西方世界,这期间阿拉伯人并没有对星盘作怎么大的改动。

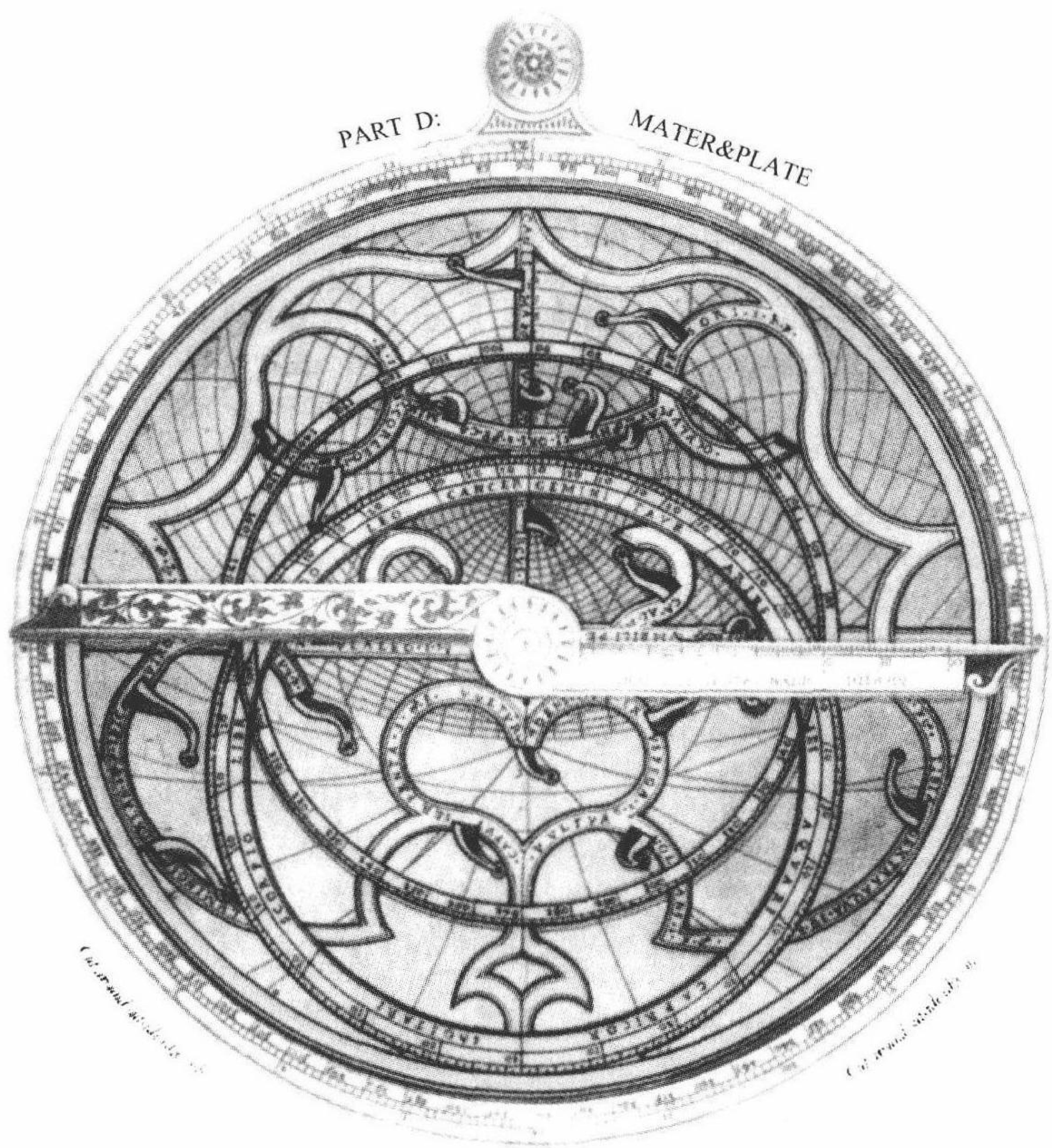



图 2.18　叠加了各种不同结构的星盘形成一个天体计算器

星盘是对天空构造的一种记忆。就像我们在讨论密克罗尼西亚导航时一样，导航员可以记住天空纷繁的内在画面，在星星的位置被云朵或地平线遮挡时，他能够识别出星星的分布。然而，这种脑海中的表征不太可能像持久的外在表征那样精确地掌控所有的空间关系。在外在表征中，结构可以逐步地建设——在不同时间进行识别天体的观测——这样一来，最后形成的构造可能是任何个人一时无法在脑海里表征的东西。而且，星盘所含的知识是人们无法在脑海里表征的。在这个方面，它是一代代导航员天体观测技术的一个物质积累体。它沉淀了对天体运动规律的表征。

97

同时，星盘使使用者能够预见太阳和行星的位置以及运动：

> 由于星盘可以显示这些天体在白天或者夜晚不同时间，在不同日期、不同纬度的位置，这一仪器也就成了一个计算器，可以帮助人们得出太阳和星星在任何给定时间的位置。(《国家海运博物馆》，1976)

任何天体图都会得出星星间的关系。但星盘的作用还要更进一步。通过它那可移动部分的物理结构可以得出天体运动的规律以及观测天体时的98 纬度和时间的影响。所以，星盘不仅仅是对天空构造的记忆，它还是一个模拟计算器。

星盘的主要组成部分是母体、分度圈、盘体和网环。母体是承载所有其他部分的框架。分度圈是围着母体周长的圆形刻度，刻有360度以及/或者24小时刻度。无论是哪种情况，分度圈都表征了恒星时刻的结构。每个星盘都确实是一套工具，可以根据使用情况的不同来进行不同的装配：

> 由于天体坐标的结构随着观察者纬度的不同而变化，通常会使用一套可拆卸的盘体——有时多达6个，正反面都有，这些盘体刚好装在空心的母体内。这样一来使用者可以根据自身的纬度来选择最合适的盘体。(《国家海运博物馆》，1976：14)

可以变更的盘体掌握了观察者在不同纬度时，天体坐标相对当地地平线的关系的规律。当然，不可能针对每一条纬度线都制定一个盘体，因为纬线有无限条。盘体是对纬度作用的一个粗糙的离散表征。即使有很多盘体，大部分时候对观测者纬度的表征仍旧是大致的。网环所包含的是关于星星之间以及太阳和星星间的位置关系。

装配起来的星盘将这三类结构(以及更多的其他结构)合成坐标，该坐标使得人们能够通过操作星盘的外在结构来掌控这些变量间的相互关系。由于星盘所体现的天体规律变化很慢，所以人们可以使用耐用的材料制作星盘。观测者的纬度以及观测时间这两个变量可以在星盘的外在构造上通过可变动的部分(针对各个纬度的盘体)或者通过各部分间可变更的关系(网环相对于盘体和分度圈绕轴转动)表征。这样被表征的约束变量就成为星盘外在构造的一部分。星盘是关于天体的可操作模型——模拟了不同时间和纬度对天体与地平线间关系的影响。星盘是年代较早的例子，它说明99 了导航中通过操作构造细致的仪器来表征和解决计算问题的总体趋势。

**罗盘和估算潮水**

弗瑞克(Frake,1985)提供了一个特别有趣的例子，在该例子里许多不同种类的结构被联合在同一个仪器中从而形成了一个计算体系。弗瑞克对北欧海员们对潮水知道多少，以及他们是如何得知这些]对潮水的知识很感兴趣。虽然他对潮水很感兴趣，他还是从一种叫作风盘的罗盘开始他的记述：

> 方向的图式……来自于将由南北线和东西线形成的四分之一地平线弧线划分别等分成 8 个、16 个以及最后 32 个被命名的（未计数的）点……所有现在知道的早期航海传统里都有类似的图解说明，对地平线弧线从同一方向进行划分：包括太平洋、中国海、印度洋以及欧洲的航海传统。在各个传统里，罗盘方向可以被看作也可以被叫作星路（就像在太平洋和印度洋航海传统里那样）或者风向（就像东南亚岛屿和欧洲航海传统里那样）。在所有这些情况下，罗盘提供了关于方向的固定表征，事实上这些方向在海上是由很多方法来判断的：太阳、星星、汹涌的波涛、陆标、导航标示、海洋生物以及后来的磁针。（弗瑞克，1985：262）

风盘是种古老的图解，它大部分的使用历史以及使用地方都没有特别涉及潮水的知识。例如，在地中海潮水变化很小，海员可以放心地忽略它们。相反，在北欧，潮水变化很大，预见潮水的能力对海员而言很重要。用中世纪罗盘来预见潮水很好的说明，它是在没有关于该现象的理论帮助的情况下，人们依靠经验构造出的一个仪器。

100

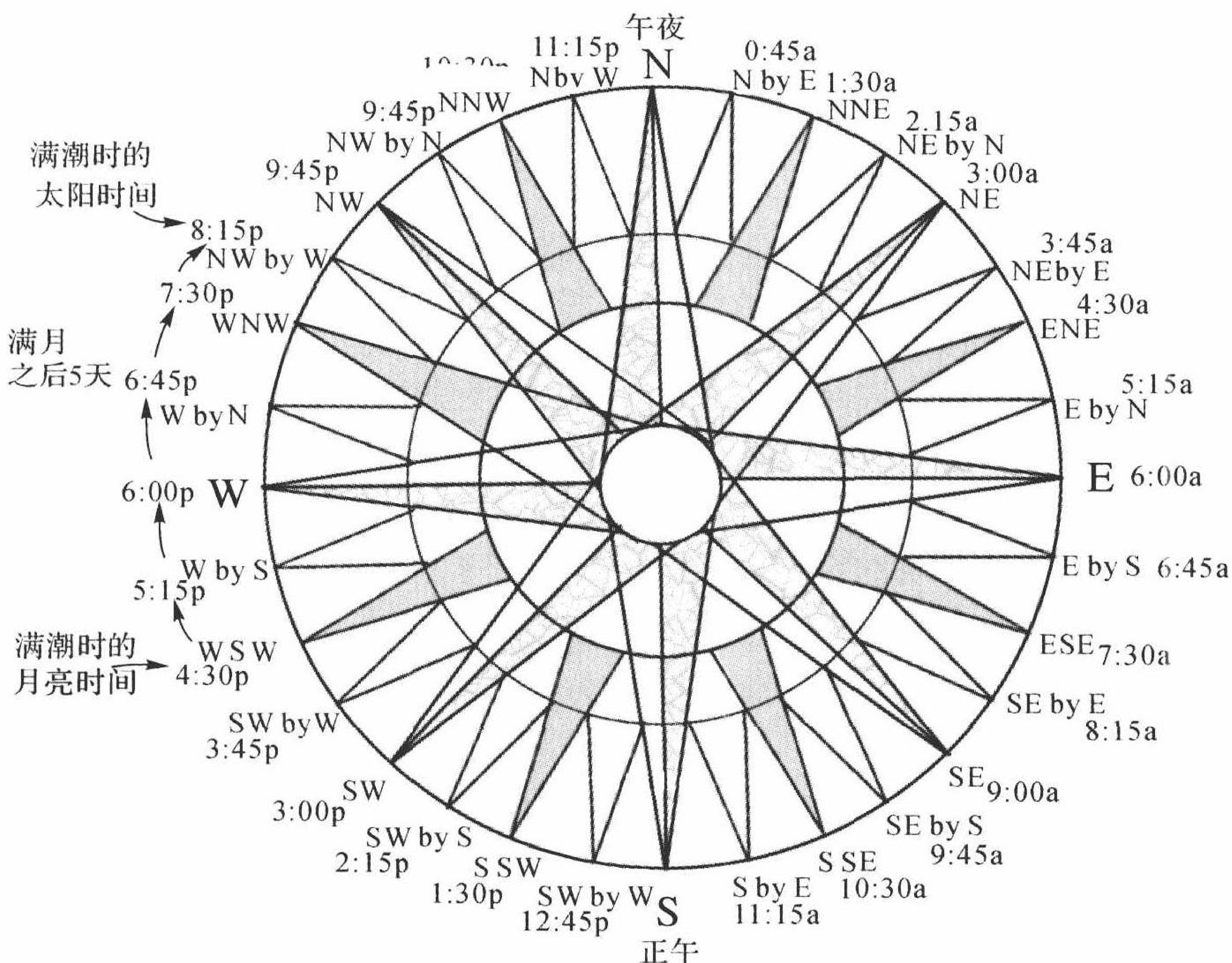



图 2.19　通过在罗盘上添加时间标示计算潮水

罗盘作为表征方向的图解也适宜用来表征时间(图 2.19)：

> 在某些时候,不管时间是用何种方式被判断的,它都被认为以及表达为一个罗盘方位。太阳在正午时位于南方。所以可以认为太阳在午夜位于北方,早上 6 点在东方,下午 6 点在西 方。北欧航海中日常只用到这些方位中的第一个即南方来判断时间。其他方位被用来表述时间。(弗瑞克,1985:264)

这里我们看到了两种结构:罗盘的 32 个点上叠加了太阳日 24 小时的时间结构。这就产生了方位与太阳时间的一一对应关系。

如果太阳的方位表示了太阳时,那么月亮的方位就可以被看作对月亮时的表述。月球和太阳的引力作用产生了潮水,其中月球的作用占主导地位。虽然潮水并非简单地跟着月亮走,但任何特定地点的潮水状态通常与任一特定方位的月亮相位相一致。也就是说,在任意特定的具体地点,满潮通常出现在一特定的月亮时间。中世纪的海员注意到了这一现象：

101

> 中世纪航海方向以及方向记录诞生之前,海员的记忆都通过一个特定状态的潮水,通常在满潮的月亮时间,来说明给定地点的潮水规律系统,并被命名为一种罗盘方位。(弗瑞克,1985:265)

太阳时和月亮时都被叠加在罗盘上,这两者间的关系也可以用方位来表示。如果一个海员知道一个给定地点满潮时的月亮时,那他就可以利用叠加了的月亮时和太阳时表征来计算满潮的太阳时。例如,已知某一地点的满潮会在月球位于西一西南方位(WSW)时发生,

> 海员必须判断出与既定日期的“西一西南方位月亮”相对应的太阳时,并且计算在其他任何太阳时的时刻潮水的状态。作为一种认知图解,罗盘正是在解决这一问题中体现它的优点的。(弗瑞克,1985:265)

新月时情况最简单.这时,月亮时与太阳时相同,满潮的时间就是月亮(以及太阳)位于西一西南方位时。这就是说,满潮会在下午四点半出现。如果既不是满月也不是新月,海员必须先判断太阳时和月亮时的关系以便计算出满潮的时间。刚好将一天 24 小时等分成 32 份,每段时间为 45 分钟：

> 每天，月亮时，以及随之而来的潮水，比太阳慢 48 分钟。我们的罗盘点将时间划分成每份 45 分钟，足够接近潮汐计算中的 48 分钟。（弗瑞克，1985：265）

假设一个海员发现自己在满月过后 5 天时接近港口。由于每天月亮和潮水都落后太阳 48 分钟，“我们可以在罗盘上经过西一西南方位数五个点到西北方位（NW）至西方（W），后者标示了太阳时 8 点 15 分”（弗瑞克，1985：265）。用这种方法，海员能依据月相和港口计算出满潮的太阳时（因此也计算出其他潮水的太阳时）（图 2.19）。 102

罗盘对这些关系的简洁表征完全归功于其将 24 小时绘制到被分为 32 等分的罗盘上。对罗盘的 32 等分和对一天的 24 等分互不相干。它们间的关系正巧大致地表达出了月亮每天落后太阳 48 分钟，而该现象源自于月亮公转一周 29.5 天与一天 24 小时之间的关系。

将一天 24 小时和风盘的 32 点图叠加起来就产生了一个关于时间和空间标示的系统，通过它人们可以想象和表征潮水状态与时间之间的对应关系。这跟密克罗尼西亚导航员在计算其航行时将时间标示和方向标示进行叠加的做法很相似。弗瑞克注意到了这两种系统间的抽象相似之处：

> 判断方向和判断时间，这两种判断间的联系使得罗盘这一简单图解的使用很适于表征方向和时间。但是罗盘并非用作寻找时间的仪器。它是一个非常抽象的认知图解模型，代表了方向与时间、太阳时与月亮时、时间与潮水间的关系。它是中世纪航海的一种埃塔克.（弗瑞克，1985：266）

弗瑞克将计算潮水的罗盘比作了密克罗尼西亚的埃塔克，前提是这两者作为认知图解的抽象性质。这两种系统都通过在单一框架上叠加几种表征结构来发挥计算能力，我认为它们在这方面关联更紧密。

这两种技术——即星盘和作为潮水计算器的罗盘——都形成了有形的物质仪器，其构造体现现象规律的方式使得人们可以通过操作该物质仪器来开展计算。然而我们也需要注意到作为潮水计算器的罗盘更像密克罗尼西亚航海中的情况，其构造的一个重要部分并没有在仪器上明确地体现出来，相反由海员的现场观测提供。

## 测量和数字计算技术

103 密克罗尼西亚与西方航海传统之间的第二个显著的不同之处在于后者依赖测量和数字计算。这一差异明显地体现在拖板计程仪(chip log)的历史中。

### 拖板计程仪

大约在公元1600年左右,拖板计程仪的使用得以广泛传播,这标志着西方导航历史的一个重要转折点。在这之前,欧洲航海主要是建立在模拟计算的基础之上的。而该计程仪带来了一种计算过程,该过程始于模拟一数字一转换,然后是数字计算,再接着进行数字一模拟一转换,下一步或者是解读,或者是模拟计算。西方导航员使用这种导航方式已经长达将近400年了。

拖板计程仪是一种单模拟一数字一转换器。通过直接测量舰船在规定时间内航行的距离,将舰船航行的速率转换成数字。把一块被称为拖板的木板系到绳子上,然后从船的一侧扔出去(图2.20)。舰船驶离拖板时拖板104 在水里保持静止不动。连着拖板的绳子被越放越长,在一定时间内所放绳子的长度就是这段时间里舰船行走的距离。速度等于每个单位时间内的距离,那么所测得距离就跟舰船的速度直接成正比。早期使用拖板计程仪时,这个单位时间被定为一段祷告所需要的时间。后来,为了提高精确度,人们使用沙漏来定单位时间。测量所走的距离时,人们把绳子卷回来量一下该时间内所放出去的绳子的长度即可。

如果只有一个人的话,他很难精确地实施上述步骤。我曾经在Westkust号上——修复了的19世纪末期的瑞典纵帆货船——看到人们使用拖板计程仪。整个过程需要三个人的密切合作。一个人负责拖板和绳子,将拖板扔出船,让绳子从他的指间放出去,当这根“漂泊绳”放到最后时他就叫出声示意其他人。在第一个人示意他开始往外放绳子时,第二个海员将沙漏倒置,当沙子流完时他喊叫示意他人。这时,第一个海员拽住绳子停止外放。这个动作需要第三个海员的协助,而后者在之前主要负责握住线轴,以便使绳子能顺利往外转出去。绳子的节上都挂有绳穗,这样节数就一目了然。记住离手最近的是第几节,然后把绳子拽回来绕到线轴上。

哥伦布没有提及拖板计程仪的使用,虽然他的航海日志中记有航行速度。有假设说,哥伦布或许是通过目测或使用拖板计程仪的前身来估计速度的,而后者就是“扔一块木板到水中,记录它从船首到船尾的时间”(弗森,1987:44)。在早期使用拖板计程仪时,人们将念诵一首赞美诗或一段祷告词的时间作为时间单位。第一次明确使用拖板计程仪发生在1521年麦哲伦的航行中。

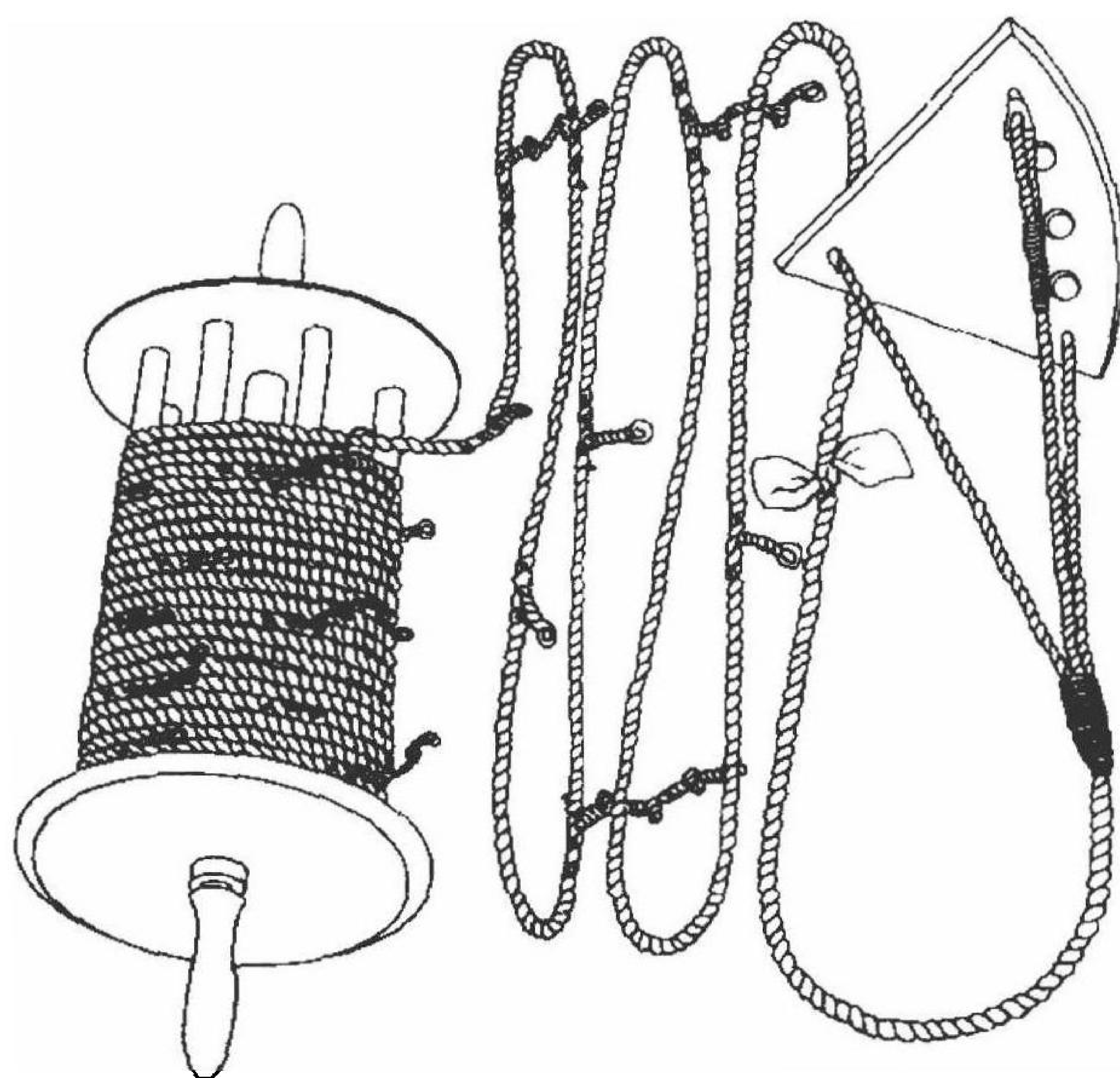


图 2.20 拖板计程仪。(麦勒尼(Maloney),1985)

使用拖板计程仪或其他建立在舰船航行距离基础上的技术既需要固定的距离单位也需要一种可靠的方法来使用该单位测量距离。将计程仪的绳子用一特殊方法处理一下就可以做到这一点:

> 到(1633 年为止),人们为了计算速度普遍在计程仪绳子上作标记。具体是这样做的:如果使用时间间隔为半分钟的沙漏,那么时速为 1 英里(即 5000 英尺)时,每半分钟所需的绳子长度为(30×5000 英尺)/(60×60)或者 125/3 英尺。换句话说,当船 1 小时走 1 英里时,绳子每半分钟往外放 125/3 英尺。绳子根据船身的大小被划分成每部分从 60 到 120 英尺不等,确保绳子不受尾流的影响。这根漂泊绳的末端被标有一个绳节或者一块红色或白色的布片,绳子被分成每段 125/3 或 42 英尺,都用绳结来表示。就这样产生了我们所知的用每小时的海里数来衡量船速的方法。(休森(Hewson),1983:160)

105

即便这么精致的制作,拖板计程仪也还不是很精确。很多事情会在读取数字时导致误差。线轴的摩擦、绳子的收缩、海面汹涌时船体的波动、洋流的影响、船侧后半部遇到波涛时的偏航,等等,以及其他很多情况都会导致严重误差。对于依赖拖板计程仪的导航员来说,他别无选择,只好接受误差存在的事实。木匠宁愿在长的那侧切木块(这样牺牲最少的木材纠正误

差),同样道理,导航员选择高估所航行的距离以避免预料不到的着陆。如果产生了误差,最好还是高估距离,这样可以纠正这中间的错误而不至于损失舰船。

计程仪的绳子在使用中会收缩,所以察看每段绳子的长度很重要。“大部分的轮船甲板上都钉有钉子用来辅助”上述操作(休森,1983:166)。甲板并不会像绳子那样延展或收缩。将校准用的钉子钉于甲板上就记录了每段绳子的长度,这种记录媒介的物理性能与整个任务的计算需求非常匹配。

18 世纪末期时,人们作了很多尝试去创造更精确的方法来测量船只在106 水面行走的速度和距离,包括船尾栏杆(taffrail)和明轮(paddle-wheel)(休森,1983)。虽然这些仪器的细节有差异,它们都是简单的模拟一数字一转换器,跟拖板计程仪中用到的其他导航工具都有着同种计算关系。

拖板计程仪的重要性在于它改变了导航的方式。导航员再也不用事先知道某个行程会需要多少天,直到计数走完了需要的天数来航行,他依靠拖板计程仪、两点间的距离以及航行速度的概念来判断舰船已经行走的距离。拖板计程仪带来了速度的数字表征,它要求导航员能够根据该表征来进行计算,以得出他所需要的信息。

拖板计程仪以及它的下一代产品是欧洲扩张时导航工具箱里的许多测量工具之一。其他的还包括由测量星星高度的工具演化而来的工具(星盘、四分仪、直角器、六分仪),测量范围的工具以及测量方位、方位角、航线和水深的工具。所有这些工具都是模拟一数字一转换器。它们所得出的表征都需要接下来用一种特殊的数学技术来处理,以便得出导航员所需的信息。

考虑一下常用对数的重要性。有了一张常用对数表,你就可以将乘和除转变成加和减的计算。这就是说,当数值用对数表示时,乘法和除法所要求的那些复杂运算(位置一数值运算的对数)就可以被更简单的加减运算所取代。在评论埃德蒙·冈特(Edmund Gunter,1581—1626)时,考特(Cotter,1983a: 242)说道:

> 他引进了对数三角法功能表,要是没有这种表的话,海员在计算航行问题时会遇到几乎无法逾越的困难。冈特这张发表于 1620 年的对数表为“算术航海”这一新阶段铺平了道路。有了这个对数标准,记住了必要规则的导航员就可以相对轻松地解决航行中的天文问题。

但是当时的海员还是觉得这种简化了的计算很令人畏缩,所以冈特设107 计了一种尺子,上面有一些刻度:

> 它们分别是自然数的对数刻度和正弦、正切、正矢的对数刻度；……以及一条“子午线”用来在赖特（Wright）的投影图上协助构建海图……随着由赖特起主导作用的“对数导航”的到来，人们普遍使用这种计程仪测量速度。对于一个细心的海员而言，使用冈特刻度尺测量速度的比例问题是机械方面的，从而也很微不足道。（同上）

这里很显然就出现了计算尺的前身。事实上，冈特的刻度尺中，有两种尺子有时会“被放在尺上相互滑动”（《牛津英语辞典》，1971）。这又是一种通过物理操作来进行计算的工具。然而，星盘和冈特的刻度在这方面有一个重要的差别。两者都把被表征的世界的约束变量组建到仪器的物理结构中去了，但是冈特刻度尺中被表征的世界并非人们实际经历的世界。相反，它具象征性：数字的对数表征的世界。在这个世界中，实体间关系的规律被体现在仪器的结构中，但是这规律是数字的象征世界的语法，而不是关于地球和星星的世界的物理学原理。将象征世界表征在物理仪器上，尤其将这样一个世界的语法表征在仪器的物理约束变量中是一条非常强大有效的原理。拖板计程仪和冈特刻度尺是建立在测量和数字计算基础之上的认知社会生态学的表征元素。

## 作为世界模型的海图

海图——可能是现在能看得到的最好的凝结了物理仪器操作知识的例子——跟测量、计算和表征这一原型循环有紧密联系，而后者是西方导航的重要特征。接下来的章节会详细地探讨海图的这些特征。这个时候就很有必要看一下海图的另一贡献，该贡献标志着西方导航概念里的重要元素之一。由于海图是真实空间的模型，它促进了人们将航海看成图上连续的地点的概念。 108

直到18世纪末，航行的描述方向一直是主要的航行辅助手段。这些文字描述了海员如何开展航行，他们预计会看到什么。随着测量技术的提高和精确测量区域的扩大，航行方向描述被以画面表示的图所替代。这标志着视角的一个重要转变。航行方向是对从甲板上看出去的世界的表征，而海岸图所表征的世界是从上方——即虚拟的视角（即“鸟瞰”）看出来的，而导航员实际上从未体验过后者的视角。现代导航员坐飞机时会采用一种很类似鸟瞰的视角，但那跟海图采用的视角并不一样。海图表征世界的视角在现实中绝不可能由人来实现。

海图必须不仅仅局限于对观测的累积。海图的结构也很关键（考特，

1983b)。实际导航时罗盘很重要，但它对海图计算效果的贡献同样巨大。罗盘使得精确海图非常实用。之前人们可能(依靠星星)得出方位和航线的方向，但并没有这么方便。就算使用罗盘的时候，构建海图还是有严重的问题。例如，早期地中海海图的东侧末端明显向上倾斜。这一倾斜源自于地中海东西两端之间的磁偏角。制图师使用磁罗盘来制作海图，导航员使用磁罗盘来判断航线，那么如果两者使用的磁罗盘在同一个地方产生同样的误差，人们干吗还去在意呢？人们怎么会注意到海图上表示的地理位置与实际不一致呢？

**地球的测量**

海图的失真源于在它成为表达地球和天体观测测量的载体时，磁偏角的变化产生了问题。为了使海员在地球所航行的距离的效果与实际相一109 致，而且便于测量，人们必须基于地球本身的测量来制定纬度(即其与天体间的关系)的变化以及距离测量单位。所以，地球表面的一个弧度就是一个特定距离，导航员必须能够结合按照距离所得的测量和纬度的测量。比如，如果我现在位于母港以南2度的位置，为了到达母港所在的纬度，我应该在海洋表面往北航行多少个距离单位呢？问题是地球表面的线型距离跟其表面的弧度究竟对应多少？与之前我们在关于海里长度的历史演变中看到的一样，要想制定一个标准使得海图联结地球的测量和天体的测量并不容易：

> 很明显，上北下南的惯例与按照纬度和经度来定义位置的概念有联系。对于沿海航海来说，该概念有点莫名其妙，因为沿海导航员并非按照这些球面坐标来定义舰船的位置的，他所感兴趣的是根据包括岩石和浅滩在内的明显危险性的标示的方向和距离来确定位置。所以早期的沿海海图依据海岸的走向(很有道理的)而不是罗盘来制定方向。(考特，1983b:256)

现代海图按照上北下南的做法显示了地球表面，上面按照纬度和经度散布着每一个地点的位置。这样一个全球框架使得海员可以将任意次数的观测与任意位置联系起来。这样人们就可能计算出地球上任意两个位置间的关系，即便该关系从未被测量过。

海图的虚拟视角跟任何实际的观测视角同样重要。海图是一种跟任何实际视角同样有用(或者无用)的表征。它尽量对导航员观测地球的视角保持中立。由于西方导航传统中几乎所有的可航行空间都用该虚拟视角表110 征，所以人们也从该视角来理解航行。我们想象自己的舰船在一片水域上

运动。我们脑海里看到的是我们和舰船就像细微的小斑点，在表征了出发地与目的地之间水域的纸张上运动。

不过，有些时候这种视角并不能满足导航员的需求，例如他试图想判断海图上所画的陆地在实际航行的舰船上看来是什么样子的时候。可能就需要海岸剖面图。要想将“在图上”航行转变到“在地球上”航行时就会出现一个问题。海岸剖面图对这个问题作了让步。最早的海岸剖面图出现在皮埃尔·加西亚(Pierre Garcie)1541 年的《大道》一书中。海岸剖面图是优先突出某些特定视角的表征，使用者经常碰到制图者预料的这些视角。

位置的普通框架也允许对一系列的结构进行叠加。除了水域和陆地的明显界线外，还刻画了(水面之上以及之下的)文化特征和地貌特征的位置。这些结构的叠加为该图的计算功能奠定了基础，而这种叠加过于明显以至于实际上使用者根本没有注意到它。在 1584 年詹兹恩·瓦格恩纳(Janzsoon Waghenaer)的 *Speighel der Zeevaert*(《航行的知识》)里显示，水深测量第一次被简化成一个标准的半潮数据。

**海图构建的社会问题**

> 天文航海的诞生不光是科学问题，更多的是组织的问题。众所周知，葡萄牙吉恩二世(Jean Ⅱ)有一大美德——比任何其他国家的君主都要早地——组织对他所处时代的理论知识进行技术开发。——(p. 110)Beaujouan，十五世纪的书本科学和航海术(Science Livresque et Art Nautique au XV^e Siecle)；沃特斯(Waters)引用于 1976：28(由 E. H. 翻译)

任何海图中都体现了大量的知识。要在海图上增加一个新的特征，你必须判断出该特征与至少两个其他特征间的关系。由于海图暗示了它所刻画的每一对特征间的空间关系，那么该新特征就会与图上的所有其他特征建立关系——而不是仅仅与确定该位置的那些特征建立关系。如果所刻画的关系数目是对图中知识的测量，那么可能图上所含的知识要比制图者输入的知识更多。事实上，任何图上刻画的关系都没有实际测量过。即便这样，还是需要做很多的观测以便构建一个有用的海图。海图呈现了很多观测的积累，其总量要比个人一辈子能做的观测都要多。在这个工具上体现了几代人的经验和测量。没有一个导航员曾经掌握过、将来也不会有导航员能够掌握海图上所有的知识。制作海图时真正的技术难题在于收集可靠的信息(见拉图尔 1987 关于计算中心的论述)。 111

比较葡萄牙对外扩张时面临的问题和密克罗尼西亚人所面临的问题。

每个密克罗尼西亚导航员都知道其所航行区域内所有岛屿之间的航线和距离——据我们所知，还包括那些已经有好几代人都没去过的岛屿间的航线。那他们怎么会有这种知识的呢？很显然，它是代代相传的，而且任何密克罗尼西亚导航员所拥有的知识都要比他通过实际观测所得的知识来得多。这些知识是很多导航员经验的集合体——我们可以假设这些导航员中有人进行了探索发现岛屿的航行，他知道自己是如何航行的，也知道怎么返回家园，但是不知道他会发现什么。随着时间的推移，知识不断积累，并用星路和埃塔克图景的框架体系表达出来。如今一个密克罗尼西亚导航员的知识超越了直接观测所得的知识，但是最大限度也就是个人能够记忆的知识量。

15 世纪早期时葡萄牙舰队行走的世界要远远大于一个群岛。当时认识这个世界的全部知识不仅超越了个人能观测的知识量，还超越了个人能知道的知识量。像密克罗尼西亚人一样，葡萄牙人需要一系列相互协调的技术来进行观测和制定表达这些观测的表征框架。他们还需要训练一大批的观测者运用这些技术，这样就能将这些观测者的经历积累在同一个仓库里。这就创造了一个巨大的收集和处理信息的系统——一个由很多部分组成的 112 认知体系，很多年里人们运用该体系收集积累了地球表面空间组织的表征（Law，1987）。

## 2.7 导航工具的计算生态学

我们能从航海历史中清晰地看到各种工具与技术之间的相互依赖。比如说，即使拖板计程仪早在 16 世纪就被采纳了，它也一直到 17 世纪中叶时才得以被普遍运用。为什么当时海员们没有更广泛地使用它呢？因为他们没有便捷的方法进行读取计程仪并将之转化成有用的船体位置信息时所需要的计算。

在 1767 年之前为什么没有写到恒星球，太阳、月亮和行星的位置的导航历书呢？那时的天文学早已足够先进，可以提供这些数据。答案在于这些数据对当时的导航根本没有用处，因为当时没有确切方法来判断在海上的时间。这个需求众所周知，而 1714 年英国议会通过了一项法案“对那些发现海上经度的个人或者集体予以公共奖金”。该奖项直到 1762 年才被人领取，那年哈里森造出了一个计时器，在海上使用非常可靠（泰勒，1971：261）。导航历书随之立刻有了变化。

在导航计时器被完善之前，人们几乎没什么动力去改善六分仪。在赤

道上,一分钟的误差会导致东西方向位置15英里的误差。由于地球每4分钟绕地轴转动一弧度,一个能精确到度的测量天体角度的工具毫无用处,除非有一个误差在2分钟以内的计时器与之配套使用。所以,缺少计时器的话,六分仪和精确航海表格的完善就都被限制了。在计时器发展之前,后两种仪器在技术上都是可能的,但是直到时间可以精确计算时才有用。

我们还可以在海图和绘图工具的历史中看到类似的相互依赖。13世纪时海图就得以广泛使用了,但是最基本的绘图工具——平行尺——直到16世纪末期才被发明(沃特斯,1976)。为什么?因为直线在早期的海图上根本没有什么特别的意义。直到出现墨卡托投影法时,直线才有了计算意义。113 但是最早的墨卡托投影图没有解释说明。当时它不可能是用于导航(沃特斯,1976)。导航员们需要使用说明来掌握运用这一奇特的技术。(注释:在一段时期里,英语世界的人们所知道的墨卡托投影图是以爱德华·赖特命名的,他在1599年出版了墨卡托投影图的英语版本。)

早期的星盘和四分仪是大学里的仪器。普通的海员不可能使用它们。这些仪器必须经过简化,而且必须要有使用说明:

> 这些仪器(四分仪和星盘)自身当然毫无威力。通过照准仪的小孔观测天体本身与导航并没有什么关联。该观测,或者与之相对应的信息读取必须经历一系列的复杂转变才能转化成纬度。构建仪器和技术的关联网络使夜空中互无关系的星星转变成强大的联盟,帮助人们努力主宰大西洋,这就是多样化工程的一个很好的例子。(Law,1987:124)

有时候,随着技术操作的性质发生变化,特定仪器的角色也发生变化。例如,星盘原来是用来测量天体的高度并预测星星的高度和方位角的。后来这些观测任务被四分仪接替了,再后来是直角仪(cross staff),最后被六分仪所接替。计算所预期的星星的高度和方位角这一功能被一套复杂的表格所接替。即使最终六分仪取代了四分仪和直角仪(前者比后两者的使用简单了很多),它们的祖先星盘也存活到了现在,成为索星卡。现在通常用塑料而不是铜制造星盘,它可以很容易被人们识别。人们并不认为索星卡精确到了足以用来计算所预期的高度,但是它被用来在观测之前放置六分仪,将精确仪器安置到正确的区域里。这样它在导航过程中就有了新的使命。

为了试图从认知角度理解航海历史,很有必要考虑导航中一起使用的整套仪器。导航工具之间共享一个相互依赖的计算和表征网络。每个依赖

114 关系都在其他依赖关系的计算环境中发挥重要作用,提供计算以及处理计算结果的原材料。在仪器的生态学里,每个仪器都在计算结果的流程基础上创造了使用其他仪器的环境。这一点在物理仪器的发展历史中很明显,但是对于将导航员引向这些功能的脑力工具肯定也是一样。弗瑞克的罗盘是用来看的,但只要在建立了海港并且用一种特定的方式将方位圈看作太阳与月亮圆周间的时间关系的表征之后,该罗盘才成为潮汐计算器。

关于某个仪器为何会使用方便的论述,也是关于为何外在的工具和内在的工具同属于一个认知生态学的论述。我们只有在弄懂了工具之后才能明白任务是什么,这个道理不言自明。这个道理不仅适用于外在工具和内在工具,它们之间的关系也是如此。

## 2.8 文化表征的透明性

### 我们怎么没看到文化(我们的和他们的)

我已经从历史的角度和比较的方法提醒大家认识我们做事情的方式,这些方式在我们看来非常的自然和必然,仅仅是源自于人性和各种既定任务的交互作用,而实际上它们具有历史偶然性。正如本尼迪克特(Benedict)(1946:14)所注意到的:

> 没有两个民族是用同样的镜片透视生活。人们很难意识到自己看事物时用的眼睛。任何民族都觉得自己所用的眼睛是理所当然,聚焦和视角赋予人们对生活有一个全局性的认识,但在他们看来,他们看到的就是上帝安排好的世界的样子。不论戴什么眼镜,我们都指望那个戴眼镜的人知道镜片的公式,同样的道理,我们也不会去期盼各个民族都去分析自己对这个世界的看法。

西方传统里所有可能表征位置和执行导航计算的方法中,海图的位置115 和操作的意义的方式是最容易读懂的。正如之前注意到的,LOP 可以用线性方程来表征,而联立线性方程的运算法则就是用来计算这些方程交集的法则。作为对空间的物理模拟,海图给计算系统提供了一个接口,在这个计算系统里使用者对象征表征(即 LOP)的理解在结构上类似于其对表征意义(即世界各地间的关系)的理解(哈钦斯(Hutchins),郝兰(Holland),诺曼

(Norman),1986)。事实上,该相似性是如此的紧密,以至于许多使用者觉得无法区分形式和意义。导航员不仅觉得他是在进行计算,他还将自己在表征领域里对事件的解读看作现实,后者的光芒有时候盖过船身所处的真实世界的光芒。有个导航员编了个关于海图的对话幽默地表达了其对海图的信念:"这些线条相交处的那个小点就是我们现在所在的位置!我才不管水手长说我们刚才走了一会,说我们在这儿,这儿船下面全是水。"对这个导航员而言,船就在LOP相交的那个点上。

我们将现在的导航技术看作是理所当然的这一点非常令人吃惊。现代的技术使用者们并不会很清楚创造这些技术所克服的困难,以及这些技术的威力与它们的前身之间的关系。只有在回望历史时才会看到,现代技术的发展过程中曾经需要解决如此多的问题,而且有如此多的问题其实可以用其他不同的方式解决。伴随着这些技术和仪器的是一种思维方式。导航技术的进步往往跟它所处的文化密不可分。这些进步也进入其他领域,所以它们渗透了整个文化。这就是为何我们很难看到自己做事方式的性质,看到其他人做事的方式。在这些传统的差异中我们不仅看到了测量仪器的发展,也看到了人们对测量的狂热以及人们更倾向于注重表征而不是被表征的事物。

看起来所有的导航计算都可以用少量的抽象原理描述,但是各个表征体系以及相应的人们组织计算的运算步骤之间有很大差异。实际运用的技术以及执行这些表征和运算的过程都经历了复杂的历史进化演变。在下一章里我们会更详细地探讨西方导航计算的执行。 116

# 3 当代导航的执行

## 3.1 广义计算

117 我们已经考察了导航问题的计算性质以及作为西方导航的基础的表征假设，现在让我们来思考这个问题：导航的基本计算实际上是如何执行的。

赫尔伯特·西蒙（Herbert Simon，1981：153）在其产生重大影响的《人工科学》一书中提出："解决一个问题仅仅意味着要表征出这个问题，以使该问题的解决变得显而易见。"当然，"显而易见"的意义取决于必须用来解释表征的信息处理器的属性。当西蒙提出这个观点时，他已经在心理上作了定理证明，但是这也非常适用于导航。导航的基本过程是通过某个被称为循环定位的行为的循环完成的，在这个循环中，用于已知陆标的舰船空间关系的表征通过某种方式被创造、改变和结合在一起，这种方式使得定位问题的解决变得显而易见。

循环定位执行了一种计算。由于这种计算所涉及的某些结构是内在于个体的，而另一些结构则是外在于个体的，所以采用计算的概念是非常有效的，这不需要改变超越身体界限的理论。循环定位由表征状态通过一系列表征媒介的传播来实现。随着表征从照准仪的瞄准镜转移到海图，舰船位置的表征在不同的媒介中就表现为不同的形式。我将谈到媒介要素的构造，这个构造可以被解释为像媒介表征状态一样的某种表征。表征状态通过协调媒介状态，从一个媒介被传递到另一个媒介。

西蒙通过再表征（re-representation）来研究问题解决（problem solving）

的典型案例是定理证明了计算系统是一个公理命题的集合，以及运用这些命题的法则的集合。法则描述了确保这些公理为真的运算。这个系统包含了很多潜在的结论。在这个世界里，一个"问题"是由一个关于参数之间关系的命题所决定的。问题的解决办法由一系列法则的应用组成，证明了公理中的目标关系为真。证明一个定理最直接的方式是运用法则的序列使得目标命题自身是从公理中推导出来的——也就是说，要用这样的一种方式重新表征公理，使其变成目标命题。这样，问题就被以使其解决方案变得简明易懂的方式呈现出来。David Kirsh(1990)认为这个过程是一个明晰的过程，只是其开始阶段是隐晦的。 118

这类连续符号处理是定理证明的典型例子，它能够根据结构的协同被确定地描述出来。法则应用是法则与其所适用的状态之间的协同方法。法则应用的结果是系统状态的改变。尽管如此，仍然有很多信息一方位结构协同的有趣类型并没有被描述成清晰的符号处理。并不是说它们不能被作为符号一处理程序来执行；这仅仅是表明，当它们以这种方式被执行的时候，它们的本质特性在执行的细节中丢失了。我提出一个更为宽广的认知观点是因为我要保留认知作为计算的概念，而且我需要这种计算，使认知能适用于涉及人类与人工物及与他人的交互关系的活动，就像认知能适用在那些完全内在于个体人类的活动一样。正如我们将很快看到的，很多有趣的计算的实际执行不是由符号的方式来完成的，而是由其他方式完成的。为了达到我们的目标，"计算"将在更宽广的意义上被应用于涉及表征媒介的表征状态的传播。这个定义包含了被我们认为是典型的计算(比如运算操作)，也包括我所主张的基本计算的其他现象范围，而这些计算并不被狭义的计算所涵盖。

## 3.2 作为计算执行的循环定位

导航系统获取了几个约束世界的一维变量，然后表征和再表征它们，直到其呈现在海图上。海图是一种媒介，多重联立的一维约束变量在海图上组合起来从而形成问题的解决方案。在计算层面上，我们说系统输入的是两条或多条的LOP，而输出的是一个位置定位。所使用的表征是一个空间的二维模型，而在表征中为了结合LOP所规定的算法是为了找到在二维空间中的LOP图解描述的交点。正如我们所看到的，在此表征中有很多执行这个算法的方式。通过操纵第1章所描述的设备，算法被这样的一种方式所 119

执行。这种方式使得用来表征舰船相对于周围环境的空间关系的特殊物理状态,从一个设备或媒介被传递到另一个设备或媒介,直到其呈现在海图上。

## 跨越表征的构图

处于问题与解决方案之间的是什么呢?在舰船相对于其环境的空间关系与描绘于海图上的位置之间,存在着很多表征媒介,通过这些媒介,舰船相对于世界的空间关系的表征得以传播。其中某些表征贯穿了舰船相对于世界关系的信息的传递,是容易被观察到的。让我们通过考察跨越这些易观察媒介的表征状态的传递,来开始关于导航计算性质的讨论。

### 世界

想象一艘在海港里的舰船。这艘船与周围世界每一个物体都有一个空间关系。每一个关系作为方向和距离都是具体的。

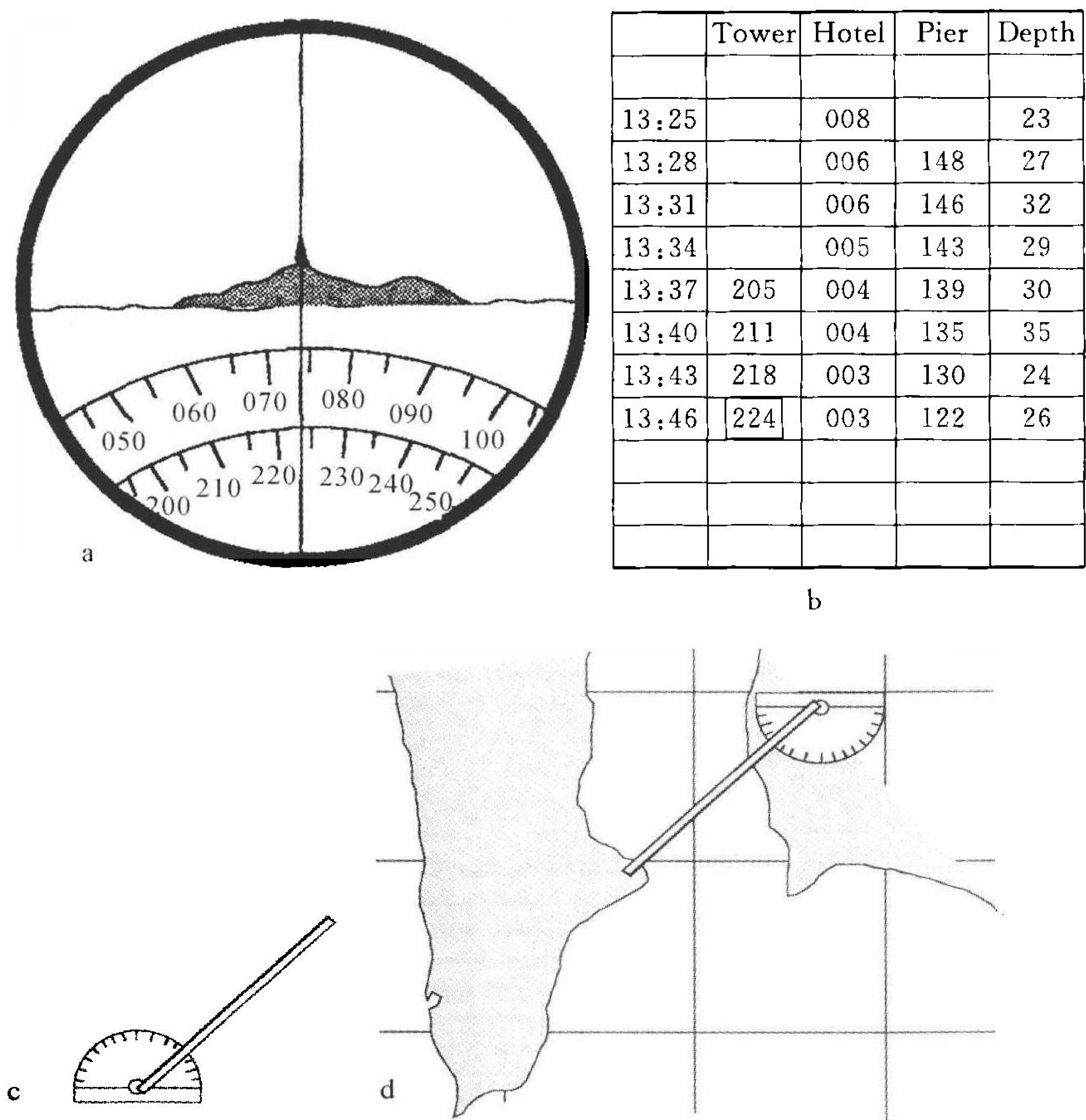
### 照准仪

当舰船与一个确定陆标之间的空间关系转变为一种照准仪——旋转罗盘系统的状态时,导航的进程开始了。(这点见图 3.1 和图下方的说明。)这一过程的完成是通过将照准仪瞄准陆标以使照准仪视角里的定位十字线被叠加在目标上。现在,照准仪在其基线上有了一个特殊的转动方位。 120

为了更有效,这个转动方位必须被表现为是一个具有某些特征的角度。在照准仪视角里的定位十字线也要落在旋转罗盘卡的刻度上(图 3.1a)。如果旋转罗盘转发器正在工作,那么十字线在旋转罗盘卡上的叠加就是舰船与陆标之间关于真北方视角线的明晰表征。定位十字线的一端提供了一个客体与视觉设备的协同;另一端提供了视觉设备与真北参考方向的协同。整个系统取决于由定位十字线所提供的同步协同。 121

在这里有三个空间需要考虑(见图 3.2)。首先,在舰船与陆标之间存在着一个巨大的空间。我们要在这个空间里测量舰船相对于陆标的方向关系。为了这样做,我们必须在第二个空间里重新确定这个方向关系:照准仪的微型空间。当照准仪开始瞄准对象,视域里的定位十字线落到陆标的镜像上时,照准仪目镜相对于十字线方向关系里的舰船相对于陆标的方向关系就被重新确定了。照准仪的物理结构确保了目镜相对于十字线的方向关系将在十字线所在的旋转罗盘刻度卡的中心点与刻度卡上边缘刻度点的方向关系中被依次重新确定。因此,舰船相对于陆标的方向关系是在第三个空间里被重新确定出来的:旋转罗盘刻度卡的微型空间。 122

这最后的空间是一个被彻底刻化的空间 (Goody, 1977)。它是由文化




|  | Tower | Hotel | Pier | Depth |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| 13:25 |  | 008 |  | 23 |
| 13:28 |  | 006 | 148 | 27 |
| 13:31 |  | 006 | 146 | 32 |
| 13:34 |  | 005 | 143 | 29 |
| 13:37 | 205 | 004 | 139 | 30 |
| 13:40 | 211 | 004 | 135 | 35 |
| 13:43 | 218 | 003 | 130 | 24 |
| 13:46 | 224 | 003 | 122 | 26 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

图 3.1　在导航中表征的串联。一个舰船相对于陆标的关系的表征由照准仪(a)被传递到方位记录上(b)，然后再传递到量角器（c)上，最终从量角器被传递到海图上(d)。

所建构、测量和标记出来的。在罗盘卡外圈的刻度点上标有作为方向名称 123 的标签。当舰船相对于陆标的方向关系在这个空间中被重新确定时，罗盘卡外圈刻度点能给出这个关系的名称，罗盘标有外圈刻度点相对于刻度盘中心点的同样关系，正如陆标与舰船的方向位置一样。

将导航系统作为我们的认知分析单元，我们就可以把照准仪的操作视为硬件在可见情境中执行的一个例子。它是认知系统的一部分，它把内部结构（罗经刻度盘）和外部结构（陆标）投射到一个共同映像空间上，而且在这样做的时候，给所见事物赋予了超出其本身特征的意义。照准仪中的透镜把旋转罗盘卡的映像叠加到陆标的映像上，是一个制造内部结构和外部

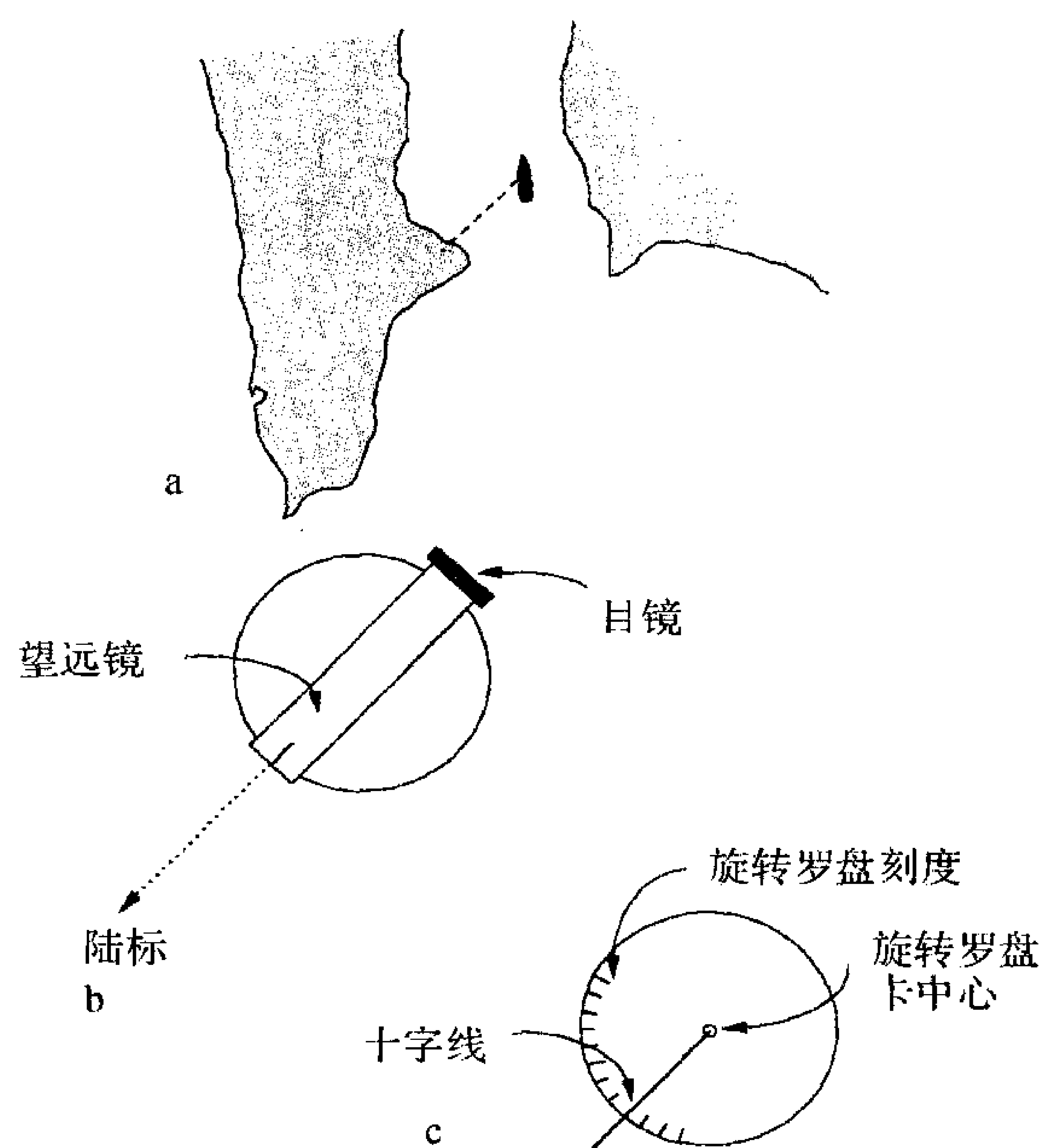



图 3.2　方位视图的三个空间。舰船相对于陆标的空间关系(a)在照准仪的物理方位里(b)被重新制造,照准仪的物理方位包含旋转罗盘卡(c)。

结构的重合叠加的简单技术设备。

在旋转罗盘卡上的印刷刻度使得照准仪的模拟角度状态能够被转化为一个数字表征。这个数字表征应该具有内部媒介的外部表征,这取决于任务是如何被完成的。举例来说,在海锚小分队中,数字表征通过电话电路被口头传递。在标准航行观察中,单独工作的观察员在值勤时可能在脑海中复述方向,或者在一张纸上草草记下方向,甚至可能在记录其他方向时把它写在手心里。在每个例子中,这个照准仪状态的数字表征相继地出现,而不会像写在方位记录日志标有陆标名字的纵格里的数字那样被忘记(图 3.1b)。

十字线和望远镜的视角为照准仪增加了精确度,但它们不是根本的因素。许多手动方位罗盘使用透镜或半镀银的镜片来制造内部和外部结构的相似叠加。镜片或透镜是一种执行镜像叠加的简易方式,将不同的结构性元素协调起来。

**电话电路(phone circuit)与方位记录日志**

照准仪的方位角方向是舰船与陆标之间方位关系的一个模拟表征。这 124 个模拟表征在从旋转罗盘卡上读取方位的活动中被转换为一个数字表征。

在之前的一章里，我们已经讨论了模拟数字转换适合于运算操作的应用。由读取旋转罗盘刻度而确定的数字表征，在因解释的需要而被转变回模拟形式之前，是不用于运算操作的。相反，模拟数字转换服务于另外一个目的。它提供了一个可移动和传送的、在受限的带宽频道上传递的表征。我们很容易想象出一个功能相同的系统，在这个系统里照准仪的观测结果将会是一个模拟信号。例如，如果一个双把手的量角器被放置在照准仪里，并被用来记录观察的角度，这就能够用来直接绘制 LOP。尽管如此，在这个例子中，量角器也必须在物理上从照准仪中移到海图上。这个方案也会需要其他一些技术来支持记录功能，而这个功能现在通过在方位记录日志里写下方位来完成。可以想象，如果用类似双把手量角器这样的物理设备来表示每一个角度，那么存储所观察到的历史资料的难度将会有多么大。这里使用的模拟数字转换创造了一个可传送的模拟角度的表征。它能够被表达出来，因此使得信息能够流通而不需要移动其被表征过程中的物理媒介。它也非常容易被记录，数字表征的存储要求远远比模拟表征所需的存储要求低得多。

方位记录日志作为一种表征形式，在西方文化传统中至少已有 4500 年之久。早在公元前 2650 年，苏美尔(Sumerian)的账目管理人员为了记录农业交易，就发展出了类似的设计规划(Ifrah，1987)。纵横表格的形式是已知最早叠加表征的设备之一。位于横排构造里的表征结构叠加到位于纵列构造里的表征结构上，用以生成使两个表征结构协作起来的系统。

**量角器(Hoey)**

数字表征的方位随后被表征为在一种称为量角器的单把手量角器上的角度(图 3.1c)。在此，舰船相对于陆标角度关系的数字表征被转化成一个模拟形式。现在，舰船与陆标关于真北方向的角度关系，在量角器的中心点 125 与量角器刻度上标有方位名字的刻度点的角度关系中被重新确定了(带有某些错误)。量角器是另一个被文化所建构和教化的空间。我们再一次发现了方向的标签，与在旋转罗盘卡上所看到的标签非常相似。量角器上的方向是关于某些方向的指示物，在这一点上并未详细说明。此方向最终一定是关于原初测量所测定方向的相同的方向指示物。

在量角器刻度盘空间里被表征的角度，现在在由量角器把手所组成的空间里被重新确定了。量角器的把手是旋转的，这使得把手的末端(或十字线指针与把手末端的相结合处)在表征陆标方位的量角器刻度点时可以移动。这样确立了作为量角器的一个物理状态的方向。这个状态避免了量角器中心点上由于摩擦而锁定变紧所造成的疏忽错误。

**海图**

以这种方式被配置的量角器随后被用来与海图协作工作(图 3.1d)。在这个步骤中,在地球上的舰船与陆标之间被测量的角度将最终在海图空间中被重新确定。在这种协作里有两个关键方面:第一,量角器把手的末端必须要经过海图上的符号,该符号用来表征观察到的陆标。无论这个约束变量在何时被满足,量角器把手的末端都描述了一条关于陆标的 LOP。第二,量角器的基线必须与海图的方向结构结合在一起。无论这个约束变量在何时被满足,量角器刻度盘都在海图空间里表征了关于真北方的方向。当这两个约束变量被同时满足的时候,量角器把手的末端就在海图上描述了一条线段,即一条关于陆标与真北方向角度关系的 LOP,这条线段就被作为在世界上舰船与真实陆标之间的可见线段。

海图上经纬线组成的格子在确定方位的计算中发挥了主要作用。墨卡托投影图法是一个计算的技巧,在该技巧中直线有着特殊的意义:它们是用来固定方向的线段。在这个建构 LOP 的机制中,经纬格用以强化另外一个重要的功能,它提供了一个参考框架,作为描绘在海图上的特征位置以及舰船与这些被描绘特征间关系的共同支点。当海图被建构起来时,相对于经纬格的符号位置就被确定了。在描绘 LOP 的过程中,人们把描绘设备的基线与海图上的纬度线结合起来。这个过程把观察与海图上的参考经纬格联系在一起。一旦这个联系通过量角器把手末端被建立,LOP 就能以在海图上画一条线的方式被"保存"下来。

126

因此人们通过将表征状态在被建构起来的表征媒介集合间进行传递,直到其反映到海图上为止的方法创造出 LOP。舰船与陆标间的方向关系在一个空间集合里被重新制造:照准仪、旋转罗盘卡、量角器刻度盘、量角器把手,以及最终的海图空间。在旋转罗盘卡与量角器的刻度盘之间,方向被表征为一连串数字。海图是一个特殊的媒介,在海图中几条 LOP 的约束变量能够被同时表征出来。这非常符合西蒙对问题解决的描述。舰船的情况被表征和再表征,直到导航员问题的答案变得显而易见为止。舰船就在 LOP 交叉的地方。注意,虽然所有确定舰船 LOP 的所需信息是出现在方位记录日志里的,但是舰船的位置并没有出现在这个表征中。

绘制定位与之前测量的投射定位有所不同。因为这两个位置都是在海图空间里被图示地建构起来的,所以这个对比是作为一个感觉判断被执行的。这不是说它是一个简单的过程。是什么构成了这两个位置的显著区别?在什么时候导航员应该担心产生位置定位的过程呢?看到定位的质量以及定位与投射定位的关系之"所见"是非常复杂的。如果相差被认为是显

著的，那么这将被用来作为定位过程的输入来修改舰船的速度和航线。

舰船下一步的位置是由当前的定位规划的。这些预期的位置有以下几个用处：它们被用来保证这艘舰船远离危险，也被用来选择下一轮观察的陆标。当然，下一次位置确定被绘制后，它将与预期位置相对比，用来检测现在的效果或船速上的变化。 127

**回声测深仪**

同时，舰船下面被观察到的水深被表征为在回声测深仪刻度纸上的一个记号。回声测深仪的刻度纸是另一个教化的空间，排列了充满文化意义的关于深度的名称。读出写在纸上的深度就是将这个教化空间里记录栏中记号的位置转变为可移动的数字表征（一个数字），这个数字表征也被记录在方位记录日志里。正如在第1章里所解释过的，在深度记录栏下记录纸的横向运动将耗用时间转化为伴随舰船航迹所行驶过的距离。海图纸上位置栏从顶部到底部的运动将信号和回声返回的耗用时间转变为在条状海图空间里关于船底下海水深度的表征。将两个动作同时运行并将它们彼此相互叠加重合，就制造了一个舰船航迹相对于船下水深关系的表征。在这里有另一个物理设备，为了赋予现实世界的意义，它将关于外部世界（在与记录纸接触前，位置栏移动的位置）相对直接的表征要素叠加在一个文化建构的空间（用来记录水深的记号纸）上，是另一个情境感知的硬件执行。它与方位记录日志的纵横格式具有紧密的关系。除了在下面这个例子中，纵横格的结构是在动力学意义上被创造的，即由电动机的行为及由其造成的运动所引起的。

与陆标的方位一样，海水的深度在读取记录纸上水深刻度的行为中被转换成一个数字表征。这个数字随后经电话线路被传递到方位记录日志上，在记录日志的纵格里，它作为一个数字出现在陆标方位的旁边。海图上的定位点或者定位点附近的水深被显示为一个数字，会被潮汐高度修正，或用来与所观察到的水深作对比。修正和对比的实行需要使用运算。所计算的定位由小三角形和定位点的水深所组成，如果这个确定位置符合测量到的海水深度，那么这个定位就被认为是正确的。如果海图上的水深与测量的水深不符合，那么就有理由相信它们其中的一个是错误的。这个创造和对比的过程独立地产生了约束变量，该过程是在导航领域和很多其他领域里，检查错误的一个普遍程序。 128

该过程在考虑某些表征系统的选择时常常会很有效。在回音探测器出现之前，测量水深最简单的方式就是在绳线上缠住一个重物并投入水中。当然，如果水很深，这个程序就会浪费时间和精力。对于测量深海水深的问

题，Matthew Maury 提出了一个独创而惊人的解决方案。他通过"定位大炮射出一个缠着绳线的球来进行深海水深探测。重量使得绳线快速地飞出去，而当球触及海底时，绳线就被剪断，那么水深就能从留在球上的绳线长度推断出来"（Bowditch，1977）。如果人们知道线的长度和其所缠的球的体积，就能测量出球的直径，并计算出球体所占的分数，从而计算出绳线在发射时拉脱长度所占的分数，或者称一下缠线的球在线放出之前或之后的重量。知道了一条给定长度绳线的重量，人们就能很容易地计算出绳线在测深中被消耗了多少长度。

## 走进认知系统内部

根据可观察的表征，导航的基本计算完全能够在计算的、表征的/算法的，以及执行的层次上被描述出来。站在这种认知系统的观点上，行动者间的信息交流被看作是内在于认知系统的一个过程。计算媒介，比如图表和海图，被看作是内在于系统的表征，而且执行这些表征的计算，对于系统来说更是内在的进程。由于认知行为分布于社会网络，很多这种内部进程和内部信息交流可被直接观察。如果一个认知心理学家能够进入人的心智内部，他或她会想要看到知识表征的性质，过程间信息交流的性质和类型，以及信息处理设备的组织结构。在这个想象中，我们可能会猜如具体的潜在129 进程（例如，突触结点的机制）的某些层次将依然模糊不清。但是如果我们能直接考察知识表征的转化，我们或许不用在意这些仍然不可见的层次。任何认知心理学家都将十分高兴地直接看到认知系统的内容。运用社会分布式认知，我们能走进认知系统内部，虽然某些潜在的进程（人们头脑内部）仍模糊不清，但是系统大量的内部组织及操作程序可以来直接观察。采用这种观点，认知科学可能会走得更远，这样的认知科学既不是心灵主义的（在"头脑里"表征的问题上仍然是不可知论的），也不是行为主义的（仍然坚持对信息处理的分析和对"认知系统内部"表征转化的分析）。

## 分析层级和任务约减层次

正如我们所看到的，定位任务在对外部表征和工具的操作中被执行。在一些案例中，我们能跟踪表征轨迹很长一段时间，但是有时表征状态流在个体行动者内部消失并且无法直接观察。因此，虽然这样的分析可以告诉我们很多关于导航系统的认知性质，但是其自身不会告诉我们多少内在于导航人员的表征和过程的性质。个体认知的问题不能由这种分析所解决，但是也不能简单回避。前面的篇幅里对表征状态转化的描述，既是对系统

如何处理信息的一种描述，也是对导航团队里个体成员所面临的认知任务的一种详细叙述。事实上，这种对认知任务的详述要比仅仅根据程序上的描述而思考要好得多。而且在某些情况下，任务的标准化十分详细，足以将约束变量置于个体所必须使用的表征和程序类型之上。

到目前为止，我已经给出了关于导航的计算描述，也已经考察了导航和计算所要求的表征基础，并依靠这个表征基础来完成所需的计算。在上一 130 节，我开始探讨描述的执行层次，这个层次详细描述了"如何物理地实现计算和表征的细节方面"（马尔，1982）。表征状态从照准仪至海图的传递的讨论可能是这些讨论中最详细的。在此，我将描述降低到执行操作的层次，例如将量角器臂对准量角器刻度盘上对应的刻度点。现在，这个操作既是在系统层次上的计算的执行，又是面向个体绘图员的认知任务。这样，人们可能询问该计算的输入和输出是如何被表征的，以及被用来将输入转化为输出的算法是什么。人们可以想象如下这个例子（我们将在随后作详细分析）：计算将量角器的指数对准刻度盘上特殊的数值。通过观察任务的执行，尤其是留意所犯的错误，我们就可能给完成这个任务的表征设置一些限制。此任务的关键在于要知道刻度数值增加的方向。表征要素可以通过算法而被使用，这个算法通过用动态获得性调整在数值上增长从而来找到目标数值。也就是说，如果现在指数大大低于目标数值，它就能向着目标移动一大步。如果指数接近目标数值，它就会以较小的步幅移动。最终，我们可能想知道：这类表征和算法如何在绘图员的头脑里执行。但是，在这点上，我们过度使用了分析的参数。这些内部程序的细节不能被直接观察，而且必定仍然只是推断的客体。注意到这些的话，那么虽然一些表征是内部的，但它们更像是共同体实践所通过的过程的残留物，而不是其个体使用者的异质发现。在这个意义上，表征仍然完全是文化的。在下面的分析里，我将把文化作为一个为了更精确地定义任务性质的资源来使用，这些任务实际上是由导航团队里的个体成员来完成的。

## 3.3 对导航员工作的认知解释

导航的计算不是柏拉图式的理念，它们是由个人操作真实的物理对象所产生的真实的物理活动。即便有很多的计算是符号活动，而且一些符号清晰地表征在实践者的头脑内部，我们也一定不能忘记，符号总是有物理上 131 的实现，或者符号物理形式的性质会限制以其为依据的操作类型。在之前

的章节，我根据表征状态在一组物理设备间的传递描述了导航任务的主要计算，并讨论了当导航团队成员操作设备来进行计算时的物理活动。这种讨论既是对导航系统的系统层次操作的分析，又是对导航团队个体成员所面临任务的详述。任务详述允许对个体计算层次上的描述进行建构。本节呈现了执行导航任务所需的认知必要条件。在情境中人们做什么？在此，我最后想要回答认知人类学在这十年里的中心问题："为了完成他们所要做的，他们必须要知道什么？"或者，也许是一个更好的问题，"他们如何知道他们所知道的？"

辨别导航任务所涉及的可直接观察到的外部物理表征媒介很容易。甚至描述它们的内在结构及它们之间的协调机制也是比较直接的。啊，由于结构内在于行动者自身，我们更多的时候是处在黑暗之中。给予必须被呈现的结构以功能性描述是可能的，但是我们不能直接观察到它们的内部组织，也不能详细描述表征状态传递协作的机制。这些事情完全超出了当代认知科学的范围。接下来，我将试图推动关于表征状态传播的计算理论，直到有可能进入导航活动实践者的头脑中。我会假设在这个情境里个体的主要作用是提供外部结构与另一个外部结构相协作所需的内部结构。

由于认知科学在传统上很难模拟用以连接心智与"外部世界"的信号传导器的行为，所以认知科学更关注于"不需要借助与环境的交互行为，就能在大脑内部产生加工操作"（Simon and Kaplan，1989：39）。而且，"深层思考被证明要比手一眼协作更容易理解和模拟"（同上。）不幸的是，为了完成始于心智而又与其环境完全分离的认知运动，就有必要创造大量发生在头脑外部的关于环境的内部表征。这个需求不仅仅出现在心智中，更确切地说，是出现在心智与其环境间不断的交互行为之中。在过去的30年里，认知科学的主流思想引导我们去推测：为了与世界产生交互行为必须内在地表征世界。"非具身认知"的理论（Norman，1990）已经在我们对认知性质的理解上造成了系统失真。正如我们所看到的，导航团队所执行的大量计算，是通过例如手一眼协作这类的程序所完成的（也见于 Latour，1986）。导航任务所需要的关于环境的内部表征要远远少于传统认知科学使我们以为的那样。

132

接下来我将试图设想完成任务所需的最小的内部结构。我选择最小的，是因为我恐怕会超越这个限度。在一篇关于科学行为的研究中，布鲁诺·拉图尔（1987）对于将科学知识与技术知识集于一体的形式和铭文（inscription）研究的缺失表示了惋惜。他认为有人可能从中得出这类研究是不可能完成的结论。他还写道：

> 我描绘了一个不同的结论，几乎还没人有勇气来对形式主义作一个全面细致的人类学研究。缺少这种勇气的理由非常简单，先验存在，在先于研究开始之前，它关于心智，及其寻求形式解释的认知能力。任何关于数学、计算、理论和形式的研究通常应该作相反的解释：首先要看观察者在空间和时间里如何移动，铭文的灵活性、稳定性和可结合性如何被加强，网络如何被扩展，所有的信息如何在一连串再表征的过程中被联系在一起。如果，由于某些特别的机会，仍然有某些东西未被解释，那么，当且仅当在这时，才要寻求特殊的认知能力。(246—247)

我不知道我是否已经完全理解了拉图尔所说的铭文这个术语的意思。虽然我已经描述了形式的历史、用法、联合以及再表征，但是某些东西仍然未被解释。或许未被解释的东西不是太多，但它们还是存在着。正如我们应看到的，这些不是特殊的认知能力。的确，导航实践者在使用其形式和铭文时所采用的认知能力，是非常平常的能力——是能在上千个其他任务的情境中发现的能力。 133

循环定位是一个真正的行为周期，没有明确的开始和结束。每一个阶段取决于之前的阶段，并支持下一个阶段。当然，每一次真实的导航行为都必须有第一次的循环定位，这个周期必须在某个地方开始，但是在这个周期里第一次循环的开始以无趣的方式取决于使行为进行下去的环境。如果舰船刚离开码头，循环定位则始于在码头附近的某个待评估位置。如果舰船已经在海中并正好到达海岸水域，该周期就始于对陆标的一系列观察。为了分析的便利，我们要在定位观察即将进行的时候，把分析用以表征舰船投射位置的符号作为分析的开始。这是一个绘制在海图上的位置。

## 测定周期

循环定位以一个特定的时间间隔重复着。海锚小分队的默认时间间隔是 3 分钟。也就是说，从一个标记信号到另一个标记信号的整个活动周期是 3 分钟。基于舰船的需要，循环定位的时间间隔可以改变为其他的数值，比如 1 分钟、2 分钟或 6 分钟。如果舰船处在可能陷入困境的情况下，时间间隔就会缩短。当认为舰船进入危险的几率降低时，循环定位的时间就将增加。并不存在建立时间间隔的硬性或不变的规则。(选择 3 分钟作为默认时间间隔的原因将在本章随后进行讨论。)

由于有一个特定的定位时间间隔，测定定位需要读取计时器。这个层次上的执行需要全体组员的参与。有些程序指定舰船上的时钟作为时间参

照的来源。Palau 号上的方位记录员使用他自己的手表来代替船上的时钟。这出于两个原因：首先，测定周期需要知道时间，计算下一次定位时间以及134 时刻警惕地观察时钟。记录员取下他自己的手表并放在方位记录日志上方，以便能更方便地观察时间参照。这艘舰船的时钟被放置在桥楼后部的船舱壁上，需要方位记录员离开海图表去看时间。其次，方位记录员的手表有数字显示。定位时间必须被记录在方位记录日志上，读取并复制时间的数字表征要比读取并复制舰船时钟所呈现的时间模拟表征更容易一些。帮助方位记录员记住何时去监控的附加提示包括行为速率的时间参照。例如，在 3 分钟定位的时间间隔中，如果没有发生问题的话，绘图员将完成舰船位置的绘制，并在必须选择下一个陆标及准备开始下一轮循环定位之前，已经投射出未来的位置。其他的提示包括直接提醒他人。绘图员可能会说"它不是关于另一轮时间的吗?"这阐明了认知任务的社会分布的开始，其中记忆是共同发生的。

测定循环定位时间是一个认知任务，在没有机械时钟的帮助下，方位记录员不能可信地完成该任务。方位记录员的任务是将他自己的行动与时钟的行为进行协调，从而使得导航团队里其他成员的行动与他的行动协调起来。

### 识别陆标

识别陆标的任务涉及很多结构要素的同时协调。例如，在海锚小分队中，一个陆标的选择以一串口头词汇的形式被表征并传递给罗经刻度盘操作员："指向洛玛灯。"罗经刻度盘操作员必须设法从对陆标出现的描述及陆标在其周围空间里的意义中得到该陆标的名字。这必须被表征为某类记忆。虽然很多研究者认为记忆可能不是信息的存储空间，但是我认为不能不考虑这样的事实：有些内部表征能够通过陆标的名称而产生对陆标的部分描述，并且必须将其归因于内在于操作员的一种结构。而且，陆标的出现135 可能取决于罗经刻度盘操作员的有利地位，所以单个的描述很可能是不充分的。环境中陆标在何处的意义可能会引导对其环境的搜寻，这将轮换地改变视野的范围。最终，陆标的识别必须从关于陆标出现的期望与视野范围的协作中产生。

即使我们不知道在心智中这些东西实际执行的机制（而且我将之归为这种进路的一个优点，那就是我们不对这类机制作任何不成熟的论述），但是它们对于我们在描述中表达表征状态的传递和重合叠加仍然是非常有用的。陆标出现的描述要素或许被表征为图像，又或是符号结构。既然这个

问题还没有被认知科学共同体所解决，那么我们在此也很难在观察数据的基础上解决该问题。但是即使无法对表征和算法的特殊类型作出论述，我们也能观察到任务的性质，并为有志于解释人们“在荒野中”能做什么的认知理论提供一组计算层次上的约束变量。

陆标的识别是一个高度交互的过程，而且认知的重要类型很可能发生在该任务的每一次执行中。无论它以何种方式被执行，所有的这些表征都可能同时与另一个表征产生协作。也就是说，当罗经刻度盘操作员注视着红白色的塔并喊出“这是洛玛点的灯光”时，陆标名字的表征，对陆标出现的期望，以及可视范围都在相互制约着彼此。这是另一个内部结构和外部结构在单一表征媒介上的重合叠加。扫描当前的视觉范围可能会增加关于陆标自身的精神图式和表征，并增加该范围里的其他被识别到的物体。成功的视觉搜索能增进储存在记忆中的陆标描述以及增加陆标描述与陆标名字间的联系。

当舰船不在受限水域，而且整个循环定位由单个值班人员所完成时，该任务会有些不同。在这个时候，识别陆标的问题可能是海图与世界直接调和的方式之一。（我们将在下一章调查这种不同之处的某些认知结果。）在 136 某种意义上，标准航行观察中的这个问题要简单一些，因为罗经刻度盘操作员既是绘图员又是记录员。导航员因此需要将海图本身作为陆标的表征来使用。海图是关于陆标的出现以及其自身与世界其他物体之间关系的表征，这是一种很丰富的表征，而不是仅仅提供陆标的名字。因此，任务并非没有难度。

考虑一下这种情况，当 Palau 号在圣地亚哥港的西南处向东航行的时候，军需官试图要识别距离舰船 7 英里，位于舰船南方的科罗拉多群岛。这三个岛屿正好在海图上方的导航桥楼的窗口外清晰可见。在海图上的这三个岛屿中，最左边的岛屿被标为“北科罗拉多”，最右边的岛屿被标为“南科罗拉多”。然而，因为军需官正在看南方，所以在真实世界中，北科罗拉多岛在右边，南科罗拉多岛在左边（它们在海图上的位置对于他来说是相反的）。由于将海图的空间结构直接对应于可见世界，军需官把北科罗拉多岛和南科罗拉多岛彼此搞错了。很明显他依赖的是错误的而详细组织的海图视角与世界视觉之间的空间关系。这个例子凸显了两点：第一，人类的心智擅长于发现并投射有结构的规律性。第二，既然这类的错误识别很少发生在有经验的导航员身上，那么我们必须要考虑正确完成该任务所需的内部结构是什么。

## 瞄准照准仪

罗经刻度盘操作员已经识别了一个在世界上的陆标，紧接着要做的就是必须将照准仪瞄准该陆标。这个过程使得两个外部结构彼此协调，并不需要关于定位十字线的内部表征；内部表征建立在瞄准镜中，而且操作员具有视野中的经验。一旦陆标在视野中，或许甚至就不需要保留关于陆标描述的内部表征，即使有人会怀疑陆标的描述与陆标的名字在瞄准操作过程137 中仍然可能是变动的。定位十字线与陆标的协调是通过减少定位十字线与陆标间的距离直到它们在视野中重合为止来完成的。这个过程能够以许多方式来执行。

## 读取方位

在照准仪上读取方位可能是军需官需要具备的最为复杂的认知技能之一。它虽然复杂，但由于发生在一个可预测的世界中，其最终会成为一种过度学习的技能。在本节中，我将会用可能看来极度细致的细节来论述它。这样做的原因是因为这类行为几乎是普遍存在的，不只存在于导航行为中，也存在于现代居民的许多日常行为中，而且据我所知，还没有人认真地考虑过完成它们有哪些认知上的要求。

读取方位至少需要四种结构要素的结合：

- 关于刻度表和定位十字线的经验。
- 如何读数的知识。
- 对刻度值增加方向（按照顺时针移动圆形刻度盘的惯例，并通过照准仪取景器移到右侧）的记忆，或建立方向的程序。
- 从 0 到 9 的一系列数字名。

这里可能有很多方式使这些要素结合到方位读取的任务中。让我们先考虑一个非常简单（虽然并不总是有效）的方法，然后考虑其他可能性。

任何三位数方向的前两位数字都可以直接从刻度盘上读取。前两位数字就是定位十字线左边最近的刻度标签的数字名称。这需要刻度盘与定位十字线，如何读取数字的知识以及数值增加方向的知识。

当然，我们必须了解如何读取数字以使用标签。这种知识被选择性地引入到与刻度盘上以 10°为间隔的主刻度标签相协调。很多指南针就用只有前两位数的标签来做主刻度。这为小工具节省了空间，并且最后一位数

(通常是0)可能被丢弃,因为它对用于读取刻度盘的程序来说是不需要的。138
即使这是一种过度学习的技能,有时还是会失败。我们不能从直接观察的数据来了解错误的实际来源,但我们可以通过诊断团队中其他成员犯的错误而得到一些启发。在我的观察过程中,下列这些对罗经刻度盘操作员所犯错误的解释是由方位记录员或绘图员提供的:

- 旋转罗盘卡表面两个数字的刻度表征具有相似的外观,这可以解释实际上应该将报告为167的方位却报告成107的错误。6和0具有相似的形状。眼泪导致的模糊视觉影像容易产生形状上的混淆,这是罗经刻度盘操作员在起风的桥边偶尔会犯的错误。
- 由百位数造成的偏离错误,如用224代替324。这可能由许多认知机制造成,包括第二个数对精神表征激活程度的增加所导致的数据驱动错误(Norman,1981)。全体船员没有为这种错误的原因提出特别假设,但他们发现这是已犯的一个似是而非的错误。
- 重复/替代错误,如用119代替199。这可能是由于激活的转移所造成的(Norman,1981)。
- 数字的调换,如用235代替325。数字调换在这种环境中是十分常见的(Wickens and Flash 1988)。

这些错误的发生虽然非常少见,但对完成任务时所包含的各种认知结构有一些限制。

一旦方位的前两位数建立起来了,就只剩下建立最后一位数了。完成这个任务最简单的例子是通过数数来建立。数数把内部产生的一系列数标与单一感知客体的分类相结合(Gelmanh and Gallistel,1978)。为了知道前两位数的刻度是在左边,而不是在右边,而右边将是方向名字的要素,就需要获得数值增加方向的知识。从标签左边方向为 $n$ 的次刻度被报告成比主标签大 $n$ 个单位的错误中,可得到关于数值增加方向的知识的重要性。例如,如果刻度数值增加方向颠倒的话,方位257(260左边三个刻度)会被报告为263。这种方位的知识能够被记住,也可以被计算。如果是计算,那刻度 139
盘增加的方向是一个表征状态,此状态由为寻找到增加方位的过程与刻度经验的协调而得出。后者可能包含比较相邻于定位十字线的主标记刻度数量的过程。获得刻度盘刻度值增加方位的知识是为了指导分离的行动。数数通过结合一个刻度到相邻刻度的注意力转移(以正确的方向)与从一个数标到下一个数标的转换来完成。没有必要记住这个过程中产生的所有联

系，而有必要记住数字名称与距离定位十字线最近的那个刻度标记之间的联系。我相信我们能够作这样的假设，对军需官来说，数列的排列是很自动的。没有船员会将方向报告错误归于罗经刻度盘操作员不能从 0 数到 9 这一原因。

刻度盘的使用需要对任何所给的刻度标记确定适当名称的能力（如，“136”），并在给出“001”和“360”之间的任一数名时能定位到适当的刻度标记。为了做到这一点，罗经刻度盘操作员需要以下几点：

- 有转盘刻度的图示，包括按顺序排列的刻度（一些是有标记的）。
- 至少能从 0 到 9 中提取数列。
- 将一个数字表征成十位数的能力（在 01 和 35 之间）。
- 在十位数中使用局部数列来决定方向最后一位数的能力。
- 重新结合十位数与最后一位数到这个数字中的能力。

这里没有必要假定一个抽象的刻度盘内部表征。事实上，罗盘操作员的工作与这个刻度盘的解释表征有关。这种表征由对刻度盘的处理而产生，而且它涉及将刻度盘看成刻度盘而非其他东西的预先存储结构之间的协作。它所存储的显然不一定是刻度盘的图像。

如果我向一个实际上并不正在使用工具的罗盘操作员询问刻度读取任务是如何完成的，他可能会运用刻度盘想象的内部表征，并想象基于该表征的任务的操作。这种任务与读取刻度时所展现的任务非常不同。通过连续的与刻度盘进行交互作用可以获得这种内部表征。根据我们对外部结构的内部表征的知识，我相信这种表征最好是图示的（Nickerson and Adams，1979；Reisberg，1987）。

140

## 报告并记住方位

作为一种结构性表征，观察语言在强调语言的信息一方位特征的任务的执行中产生并协调。在认知科学里，语言通常被认为是一种人类的计算能力，它必须根据个人所要求做的以产生或解释它自身的过程来加以理解。看看语言在社会分布式认知系统执行中的作用，我们将会被引导着去思考语言作为结构表征媒介的性质。

当我们研究口头语言时，传统的信息理论就变得无能为力了。当一个罗盘操作员报告陆标的方位时，有多少信息被传递过去了？他所报告的数字是 360 个完整方位的角度之一。这意味着一个方位报告包含 $\log_2 360=$

8.492 比特的信息吗？或者说，既然有 1000 个整数能够被用来建构三位数，那么我们是否应该说每一个由三位数组成的方位都包含 $\log_2 1000 = 9.967$ 比特的信息？问题在于信息发送者与接受者之间关于讯息论域及讯息编码方式的一致认可很少被详细论述。以上给出的信息理论的方法并不相关。数数意味着它将让我们理解所说的内容，而且对语言的理解也并不由经典信息理论所建构。即使在这个高度理性化和可预见的情境里，不存在预先已达成一致的能详细说明的可能信息体系，并且讯息编码和解码的方式本身在交流时也可协商。与其把信息理论强加在自然语言之上，不如让我们以结构表征媒介协作的视角，来看语言理解的问题。言辞本身就是结构表征媒介中的状态，我们通过将言辞与外部及内部的结构表征媒介相结合来理解它们。依靠语言表达的性质与特征，大量的信息可能通过类似于普通 141 讯息传播的方式被建立起来。讯息可能会被听者所曲解或需要听者进行部分的重新建构。讯息对于接收者的影响可能取决于该接收者知道些什么。比如，思考一下报告 059°方位的案例。对于一个新手来说，这只是一串要写下来的数字而已。对于有经验的导航员来说，它意味着一个稍微偏东的东北方位。当一个有相关知识的导航员听到或看到这个方位时，他可能就知道了他目前面临的是哪个方向，并可能真实地感受到这个由方位所显示的方向是一个物理感觉。例如，一个面对西方的导航员听到“059”时，可能体会到它是在正后方右边方向的感觉。这必然涉及基本方向图示与指称的全部结构的结合。这与密克罗尼西亚导航员所做的非常相似。对这类口头表达的简单整数串的不同解释，很容易在导航团队成员间的实际交互行为中观察到。在某点上，科罗拉多旅馆的方位被报告为 003 度。方位记录员仅仅把记录并传递的报告方位当作是一串数字，但是绘图员并不绘制这个方位而回应道：“它最好不是。如果我们正在立即驶向 Tijuana 的话！”在一次采访中，这个绘图员，一名首席军需官，曾经描述了在局部空间中把方位感受为方向的能力，这个方向取决于身体定位要能够“像罗盘一样思考”，并表示这就是他试图教会所有其他的人去做的。方位记录员仅仅记录并报告一个不可能存在的方位的意愿，证明了他并非“像罗盘一样思考”。方位之于绘图员要比方位之于方位记录员意味着更多的东西，因为绘图员将方位与一个结构表征媒介相结合——他在局部空间内对于方向的感觉。

## 记录方位与水深

为了记录在方位记录日志中，方位和水深的口头表征必须被转化为书面表征。这部分任务对于受过良好文化教育的人来说相对简单。方位和水

142 深必须被嵌写在表格的适当位置，而且必须容易读取。在此，一个潜在的问题是符号的含糊不清。比如，一个手写的 2 可能很难与手写的 Z 区分开来。

### 设置量角器的状态

一旦绘图员已经读取或偶然听到陆标的方位，他就必须记住该方位直到它被表征在量角器的结构中，并且锁定量角器的构造为止。量角器刻度上，符合方位名字的定位任务与从旋转罗盘刻度上读取方位的任务非常相似。正如上面所提到的，量角器刻度和旋转罗盘刻度是方位的数字表征与模拟表征之间的界面。鉴于模拟成数字的转化涉及旋转罗盘刻度和照准仪定位十字线，因此量角器把手和定位十字线的指针就被用来完成由模拟到数字的转化。

### 绘制并评估定位

一旦量角器已被方位表征所设置，绘图员就必须记住哪一个陆标与方位有关。有时候，从定位的角度与预期地点来看，方位的特征很明显。在此，存在着一个重构性记忆进程，这个进程可能依赖于当前循环定位陆标选择的记忆、量角器的物理形状，以及海图上由符号排列所提供的位置约束变量三者间的同时协作。这个功能性系统使这种记忆明显超越了个体绘图员头脑和身体的边界。如果我们还将这种记忆提取描述为一种启发式搜索的话，我们就会说这种海图空间里的搜索（为了找到与方位相符的合适陆标）是通过量角器的持续配置和重新配置，直到海图、量角器以及投射定位之间的适合点被找到为止。因此导航团队记住了与当前方位相符的陆标，同时记忆功能的大多数结构和程序都外在于人类行动者。这个搜寻的启发式部分，体现在绘图员为了满足问题的一个或另一个空间约束变量而设置量角
143 器的方式选择上，正如在量角器和海图的物理结构上所呈现的一样。拉图尔（1986）称之为“用眼和手进行思考”。

### 保持方向关系的转换

在墨卡托投影中，标尺的直边产生了使所有位置都指向相同方向关系的直线。绘图任务的一个常见组成部分是建立关于一个方向参照与一个给定位置之间的方向关系。到目前为止，我已经谈论了量角器的使用，因为量角器对于 Palau 号上的绘图员来说是一个选择的工具。但是，还有一些其他的设计工具用来做相同的任务，而且每一个工具都有一些不同的特性。这些工具有两个主要的等级：一些工具有方向刻度（某种量角器）并只需要与方向参照相结合，另一些工具仅仅用来转换方向。后一个等级的工具如平

行尺和三角对尺，依赖于一个印刷在海图上的带有方向刻度的罗经卡。出现在某些海图上的罗经卡既有磁性又有正确方位。印刷在其他的海图上的罗经卡只有正确方位，而且在绝大多数的墨卡托投影海图上，根本没有罗经卡(因为在绝大多数的墨卡托投影上并不保存方向关系)。如果海图只是被设计作简单方向转换工具之用，而这个工具依赖于罗经卡以及从罗经卡到航向的方向转化，或依赖于罗经卡刻度点之间的方向转化的话，那么，一些罗经卡就会经常被印刷在海图上，以便任何对罗经卡的具体操作都会在海图附近进行。用平行尺或三角尺刻画的方位线越远，出错的可能性就越大。

量角器

这种量角器也称为单把手量角器。方向参照就是利用量角器的基线对准海图上的任一纬线。纬线则为量角器的方向刻度提供了正确的东一西指向。

让我们思考一下将量角器的表征状态与海图结构相结合的任务。人必须在海图上将尺的边缘与陆标符号连成一条直线，同时将量角器的基线与海图的方向框架连线。这个任务有三种可能的角度。在将量角器的基线对准海图的方向框架时，有两个可能的角度(一个是旋转的，另一个要么是垂直的要么是平行的，这取决于量角器是否对准了纬度平行线或经度的子午线)。第三个可能的角度在于使尺子的边缘放在陆标符号上。同时满足所有的这些可能性非常困难，因为一个人不能同时注意到三种可能性(为了呈现可能的最长 LOP，量角器基线必须远离陆标符号)，而且一种角度的改变会引起其他二者的改变。这里有一种简单的物理技术能使这种协调更容易完成。它将问题由三个可能角度降低为两个。 144

这种技术是在海图的陆标符号上用铅笔画一个点，将尺子边缘立于这个点上，然后保持边缘与铅笔点接触，移动量角器的基线直到其对准了海图的方向框架。这就使问题降低到第一种和第二种可能的角度，并允许绘图员在保证满足陆标符号位置大致约束量角器把手的同时，在视觉上注意到旋转和横向约束条件。在量角器与海图之间相协调时，任务的执行者可以通过结合内部工具使任务转换为更简单的形式：即这种技术的知识。当这个技能被很好地习得时，它很可能会成为一项自动运行技能，而且有经验的绘图员可能会觉得非常难以描述它实际上是如何被执行的。

平行尺

平行尺是一对画线直尺，由一对设置为对角状的横条所连接。当其中的一个直尺对准想得到的方向时，另一个直尺能从第一个直尺处离开，并仍与其保持平行。通过交替保持一个直尺在海图上不动，而移动另一个直尺，

人们能移动海图上任意点的方位线。平行尺难以使用，因为对它们的使用不仅仅需要在海图上作出移动一条直线的物理协调；有时还必须作一些规划来决定在海图上从印刷罗经卡到所希望位置点所需的移动顺序。

平行运动量角器(PMP)

145 标准绘图机或者平行运动量角器作为制图机器而广为人知。使用PMP时有必要把海图记录到表格上，因为方向参照通过PMP的基线(被锁定在表格上)而建立。如果有关PMP的海图方位改变了，那么将会失去方向参照。由于方向能被锁定在PMP的把手之中，随后把手在保存选定方向后自由地在两个维度间移动，所以使用此工具来使一条给定LOP穿过任一被选定的点很容易。协调量角器与海图所需的特殊技术不需要这种工具。PMP的把手附属于有着两个同心罗盘罗经卡的平台。内部和外围的罗经卡能够独立地建立关于任一参照的方向。如果必须绘制舰船正面方位，而不是绘制真北方向的方位，这将非常有用处。

量角器或许要比PMP更难以使用一些，因为360°的刻度被分成两个180°的刻度。有效率地使用量角器需要额外的步骤来获得正确的LOP。由于量角器的单个把手同时表征了方位和其对应方位，所以绘图员必须要能够判断出哪一个方位是相对于陆标而言的，以及哪一个是来自于陆标方位。

通过在海图的正确位置上使用绘制工具直尺，绘图员可以绘制出LOP。有经验的绘图员几乎从不会画出由陆标符号延伸到舰船位置的完整LOP。相反的，他们会在所期望的定位附近画出一条短线段。关于确定位置的“附近”是由什么组成的判断，可能需要更多的解释因素。

## 定位的评估

一旦绘制出三条或多条LOP，导航员就须评估此定位。该评估是高质量的吗？值得信赖吗？为了增加将来定位的质量须做一些改变吗？关于定位质量的最基本根据是由三条LOP所形成的三角形大小。如果三条LOP

146 不精确地相交于同一点，就无法确定舰船的位置。关于如何确定相对于各种三角形的舰船位置已有复杂的论述(Bowditch，1977)，但是大多数导航员仅仅认为舰船应处于三角形的中心，并在中心画一个圆点作为固定位置。

在定位时间下舰船的计划位置与实际定位之间的转移是一种信息的来源，它关系到之前建构航位推测位置时所使用信息的质量。如果舰船在定位时间间隔中未行驶至计划的距离，那么舰船必定不会有预期的航行那样快速。船速的改变可归因于舰船通过水域时速度的改变，或舰船当前航行时速度的改变。为了以后定位的投射，须牢记该类方位与计划位置之间相

比较的任何信息。

### 扩展船位推测航迹

在定位被绘制和评估后，舰船的航位推测法（DR）航迹应该预测到至少两个接下来的定位时间间隔。这就需要绘图员来决定舰船的航向并建构一条从舰船当前位置到舰船航向间的航迹线。航向可在导航日志里以书面数字的形式获得。量角器再次被用来建构 LOP。在该情况下，LOP 就是一条当前航向的确定位置的扩展线。沿着这条线，绘图员现在就能预测在接下来的两个定位时间间隔之后舰船将处于何处。为达到这一点，绘图员必须知道舰船当前航行速度的快慢。

墨卡托投影海图并没有根据距离的刻度来正常印制。（这是因为在墨卡托投影上，距离的测量是近似值。错误的数量取决于所测量的距离及其投影在南一北维度中的大小。）相反，在海图边框上可印上经纬线的刻度。一纬度对应一海里。但是，海图上纬度的长度随着离开赤道而增加。通过使用被测量部分的中纬度的刻度，可以获得一个对距离的合理而精确的估计。

海图上距离的测量需要使用分线规。这种工具仅仅是跨越一个给定的空间范围，并允许这个跨距能够转移到空间的另外部分上。要测量海图上 147 两个点之间的距离，可用分线规跨越该距离，并将这个跨距移到刻度上，用刻度的单位读出其大小。像量角器一样，分线规是一种用来获得表征状态并将其移到另一个媒介上而不失真的工具。

### 解决距离一速率一时间问题的四种方式

问题表征的方式可以改变问题解决者的需要。假设绘图员刚绘制了一个定位点，并需在以每小时航行多少海里为单位的条件下，计算舰船在当前定位点与之前定位点间的时间间隔内以航行距离为基础的舰船速度。具体来说，假设这两个定位点距离 1500 码，并在两个定位点观测之间消耗了 3 分钟。至少存在四种表征这个问题的方式。每一个表征状态都需要不同的认知过程。

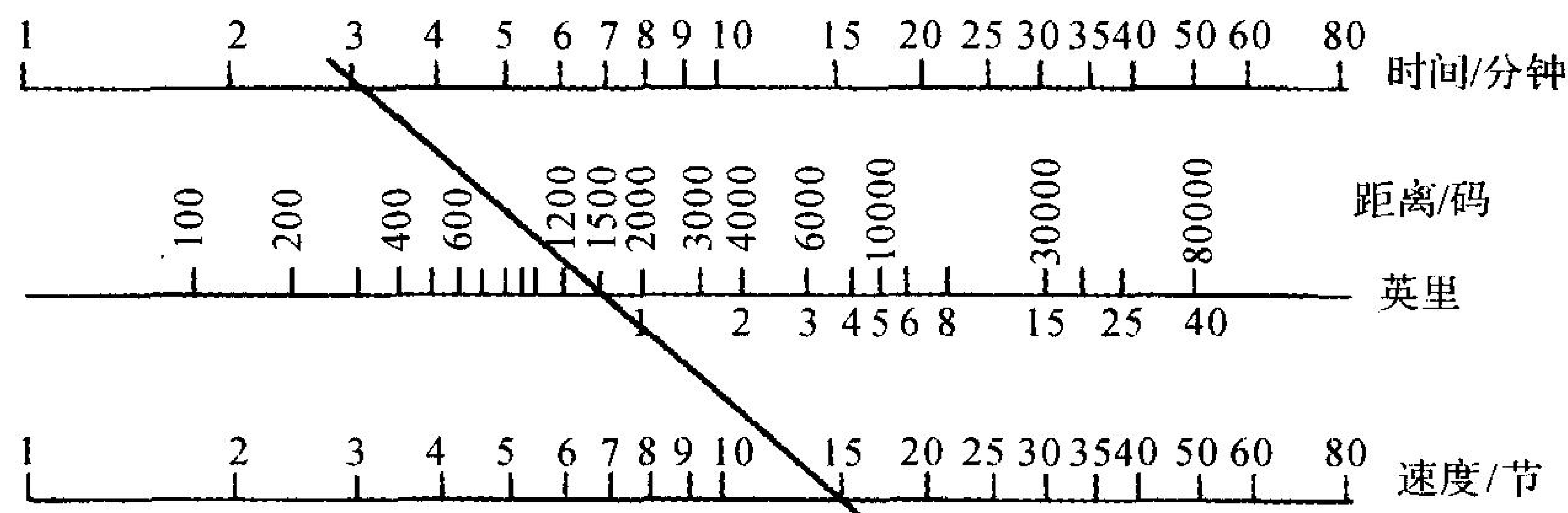
**条件 1** 任务执行者拥有以下资源：纸和铅笔，代数知识，运算知识，1 海里有 2000 码和 1 小时有 60 分钟的知识，以及距离等于速率乘以时间的知识（$D=RT$）。

**条件 2** 除了任务执行者以便携式四则运算计算器代替纸和铅笔之外，其拥有和条件 1 相同的资源。

**条件 3** 任务执行者要么拥有图 3.3 所显示的一种三刻度列线图，要么拥有

图 3.4 所显示的一类导航计算尺，以及操作任何一种现有工具的知识。

**条件 4** 任务执行者完全没有物理工具，但是知道如何使用导航员所指的“三分钟准则”。




148

图 3.3 三刻度列线

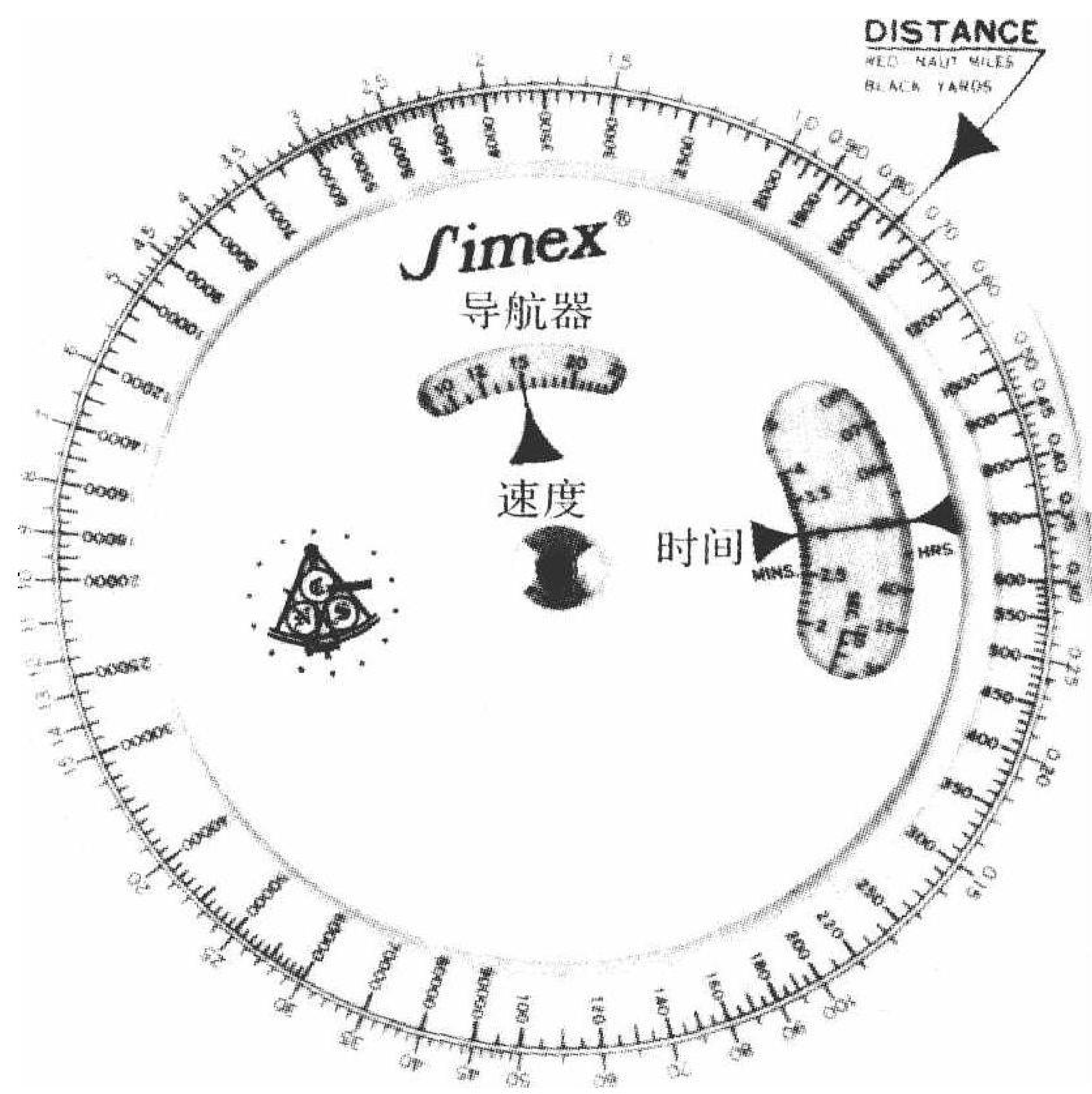



图 3.4 导航计算尺

进一步详细描述任何具体个体在上述条件下实际上是如何完成该任务是不可能的，但是如果人们以其有意图的方式来使用这些资源，就不难决定可能涉及的方面。

在条件 1 中，任务执行者必须首先使用代数的知识将方程式 $D=RT$ 转换为 $R=D/T$，使速率能够直接由 $D$ 和 $T$ 的给定数值中得出。然后，须通过

使用一海里有 2000 码的知识和运算的知识，将以码为单位的距离转化为以海里为单位的等值数字。再次，须通过使用一小时有 60 分钟的知识以及运算知识，将以分钟为单位的时间换算为以小时为单位的等值数字。距离的测量必须除以时间的测量（再次使用运算知识）来得到速率。当然，该等步骤可以以不同的顺序完成（例如，除法可在单位换算之前进行，也可在换算后的单位之间进行）。但无论以何种方式，为了解决该问题，所有的这些在某种意义上都必须完成。 149

读者可能想要将其作为一种练习来试着感受此类工作。我认为这个问题将使海军中很多导航实践者能力的负担加重，这并非出于运算的困难，而是由于必须要设计运算操作的应用，来使解决的要素契合在一起，共同产生所期望的解决办法。一个人可能有能力出色地完成组成该问题的每一个子任务，但是却缺乏使解决办法的各不同部分组织起来和相互协调的能力。

在计算器的形式中，执行除法和乘法运算操作的程序被重新构造起来，通过将数值输入计算器和按操作按钮来取代在纸上建构符号的模式，可将问题分解为一系列单独的数字运算操作。同样，由于依靠所采取的步骤的顺序，记住之前的结果并在其他操作介入后将其输入到后面的操作中很有必要。我认为任务的这种方式还是会使很多导航实践者能力负担加重。计算器只是使该问题的容易部分变得更容易解决。困难部分在于如何使运算操作彼此相结合，而计算器并不能为这一部分任务提供支持。

纸和铅笔的情况与计算器的情况在完全使用一般计算程序方面很相似。距离、速率和时间三者的等式知识，单位转化所需的常量知识都对任务很特殊，但它们几乎不能为组织任务执行者的行动提供任何帮助。因此，完成计算的程序很复杂。当我们把程序写下来时，即使是在上文给出的浅显细节层面的描述中，我们也会发现它们包含了很多步骤。如果我们根据实际情况将每一个写在纸上的符号或把计算器上的每一次按键都记为一个步骤的话（这不是认知分析常用的详细描述层次），我们就会发现这两个条件中的任一条件都包含了几十个步骤。 150

现在开始考虑在条件 3 中任务执行者所需的认知。为了使用列线图，任务执行者找到了在时间刻度上时间的数值，并在此做了标记。他又在距离刻度上找到了距离数值并做了标记。然后用直尺画了一条穿过两个标记的直线，在直线与速度刻度相交的地方，以所期望的度量单位读出了速度的数值。事实上这些刻度的确是根据由问题所设置的度量单位而建构的，这赋予了该条件超越前两个条件的根本性优点。这是一个非常普遍的问题，而特别设计的列线图使解决办法变简单。导航计算尺的使用非常类似于列线

图的使用。像列线图一样，它是一个把乘法和除法表征为对数刻度列表的媒介。一个任务执行者在距离刻度上将距离指针对准所期望的距离（单位可以是码或英里；都是被并排地表征），并在时间刻度上将消耗时间指针对准所期望的时间（分钟或小时，都是被并排呈现）；速度指针将在速度刻度上以节为单位显示出速度。

有了根据问题所设置的单位刻度，就消除了将一种单位换算为另一种单位的需要。更为重要的是，这个任务的条件并不需要代数知识。列线图和计算尺将任务由一个计算计划（计算出是什么除以什么）转变为一个对外部设备的简单操作。在前两个条件中，任务执行者与无意义的表达式“$R=DT$”、“$R=D/T$”之间存在着一种代数变换的句法知识。当一个人使用列线图或计算尺时，这些工具的结构自身就消除了项与项之间的这类关系，或将其锁定在外。三种关系：$D=RT$，$R=D/T$，$T=D/R$，都被建立在列线图和计算尺的结构之中。任务执行者不需要清楚或大略地知道关于这些关系的任何方面。正确的关系建立在工具中，任务执行者仅仅需要调整任意151 两个刻度使其约束第三个刻度的数值。最重要的是，不正确的关系被“排除在外”——用这些工具不可能产生出这些关系。

在列线图上，时间和速度刻度分别位于距离刻度的两侧。在速度刻度上任意点与时间刻度上任意点之间所绘制的直线与距离刻度交于一点，即时间对数与速度对数的平均和。既然对数的总和已经求出，列线图的物理建构对项与项之间关系的约束就是正确类型的约束。类似地，计算尺被建构用来使得距离读取是速度对数的角度与时间对数的角度之总和。

任务执行者仍需要知道一些知识，但是使用这些工具来解决问题所涉及的知识比使用纸一铅笔和计算器所涉及的知识要显得简单和一般一些。大量所需完成的工作可从工具的结构中推导得出，这种结构通过完全消除计算项之间某些句法构成上的不正确关系的可能性来约束任务执行者的组织行动。有人可能会更牵强地回应，比起条件 1 或条件 2 来，在条件 3 中，答案实际上由任务执行者计算得出。很多计算看起来由工具或工具的设计者完成。人们可在做得较少的情况下取得成功是由于工具做得更多。但是在将此话题扩展得如此深入之前，先考虑一下条件 4 中的任务。

在条件 3 使用专门外部工具时，条件 4 使用了专门的内部工具。既然 3 分钟是 1 小时的 1/20，100 码是 1 英里的 1/20，那么一艘舰船在 3 分钟（1 小时的 1/20）内航行的百码数（1 英里的 1/20）就是它的船速，以每小时多少海里为单位。因此，一艘 3 分钟内航行了 1500 码的舰船有着每小时 15 海里的船速。为了“看见”所提出问题的答案，导航员只需要想象那个表征了航行

距离，即以码为单位的数字1500，并去掉最后两位数而得出的数字：15即可。通过使用分线规来跨过海图上定位点间的距离，并将其移到以码为单位的距离刻度上。在刻度上，分线规的一个尖端落在0上，另一个尖端就会落在被标为1500的刻度记号上。答案的表征很明显，导航员仅仅需要看一下以码为单位的刻度标记，并忽略掉标记数字尾部的两个零。一项复杂的计算通过在细致建构的环境中的简单观察的策略得以实现。 152

有经验的导航员实际上会以更简练的形式应用这个准则。三分钟准则将距离本身改变成速度。分线规所越过的距离能直接解释为速度而非距离，海图上的"码"刻度（以百码为标记单位）现在不再用于度量距离，而被转化为度量速度；而且，该转化自身以上行（upstream）方式运行计算工作，并且有时被读取为"码"刻度的结构现在已作为速度刻度而被读取。有经验的导航员不需要为了使用三分钟准则而想象以码为单位的距离来计算速度。由分线规跨距所造成的空间扩展可能是一个使距离离开海图的表征，但是当分线规将其带入刻度表（现在作为速度刻度被读取）时，同样的空间扩展就成为速度的表征。当分线规接触到刻度表时，它们所跨越的空间就表征了刻度表所表征的，而刻度表表征了以节为单位的速度。

当三分钟准则以该方式被使用时，它使用了将空间作为速度的同样的解释。我们也能在测速绳（chip log line）的使用中看到相同的描述。如果测量的条件能够以该方式建构，那么固定时间段里的航行距离就能被直接读取为速度。这似乎意味着概念性的解决方式在新的技术媒介里的重新发展。也就是说，当海图和罗盘已经足够准确来测量并绘制位置时，为获得简单的解决方式而进行的距离、时间、速度单位的细致改变也被重新创造。在测速绳的例子中，绳子上节与节之间的距离单位被建构（41⅔英尺）用来通过读取一个给定时间单位（30秒）内的距离而确定速度。在三分钟准则的例子中，时间跨度用来契合速度一距离关系。这是一个在概念生态学上表征发展的绝好例子。

三分钟准则的应用非常灵活，但如果它能被应用的条件很少出现的话，它将不再有用。事实上，这对导航员来讲并非经常发生的问题。在上文对设置定位时间间隔的任务的讨论中提到，对于海锚小分队来说，3分钟是默认的定位时间间隔。3分钟为精确默认值是因为这项准则很容易使用。导航团队有能力执行以2分钟甚至1分钟为时间间隔的循环定位。到目前为止，3分钟是最常用的时间间隔，并非由于它比其他时间间隔更符合舰船的需要，而是由于它既足够符合需要，又使得计算更容易完成。 153

只有当舰船远离陆地并且定位时间间隔远远超过3分钟时，才经常使用

导航计算尺和列线图。当在1分钟或2分钟的时间间隔里执行循环定位时，常常需要通过转化为3分钟的标准时间间隔才能计算速度。例如，如果舰船在2分钟里航行了800码，就会在3分钟里航行1200码，所以它的船速是12节。若不考虑舰船的速度，当速度和定位时间间隔都是常量时，实际上就不需重新计算船速为下一次定位而预测舰船的位置。舰船在下一次定位时间间隔里所航行的距离与在上一次周期里所航行的距离一致，所以该距离可以直接用分线规进行移动并放在预测的航迹线上，并不需将距离或速率表征为数字。

所有从距离和时间中推算速度的方法都在计算层次上有相同的描述。但是，每种方法都用不同的方式表征输入，并对这些表征采用不同的算法来产生输出。每种方法都将操作诉诸物理实体以完成算法。所有方法都涉及任务执行者内部和外部的表征结构的协作，但每种方法都需要特殊的内部结构的集合，以一种特殊的方式来与外部结构相结合。

在此，我们看到的是一个功能系统的集合，每个功能系统都能够作出由输入到输出的规划，但每个系统都组织了一套不同于其他系统的表征媒介集合。

这些都是低层次的功能系统。我们将在随后看到它们是如何被包含在一个更大的功能系统中，从而建构导航团队的活动的。

这些工具对计算的贡献是什么？现在，谈论技术已很普遍，尤其是信息处理技术，作为认知能力的扩展物被经常讨论。然而，Cole 和 Griffin(1980)表明扩展的出现是一个经常被假设却是错误观点的典型产物。当我们关注于认知任务的产物时，文化上的技术，从我们在此已探讨过的工具的书写和计算中，产生了工具使用者认知能力的扩展。使用这类工具，人们肯定能完成那些没有这类工具就不能开展的事情。但是，当我们把焦点集中于完成认知工作的过程时，就会看到某些事情变得有所不同。每个复杂的认知行为都需要应用大量的作为组成部分的认知能力。使用计算器从距离和时间中计算速度，涉及了很多属于组成部分的子任务：记住符号表达式，转变表达式，判断变量所对应的该表达式中的参数，规划表达式以操作计算器，找到具体的计算器按键，按下按键，等等。在每个成分的能力所完成的工作与由其他成分能力所做的工作相协调的意义上，这些能力的应用被“组织起来”。如果现在考虑用列线图或三分钟准则来完成同样任务，在任务中就有不同的一组能力。任何工具的使用都没有扩展任何一种作为组成部分的认知能力。相反，对于使用者来说，每一个工具都将任务呈现为不同类型的认知问题，即需要一组不同的认知能力或需要相同认知能力的不同组织。

工具有两方面的作用。首先也是最显而易见的，工具是表征状态传递所完成的计算的表征媒介。其次，它们提供了对行动的组织的约束。这一点最明显的体现在导航计算尺在排除干扰计算描述的句法时所采取的操作执行方式中。计算尺的物理结构不只是计算的媒介。计算尺通过约束表征状态使其在句法上正确，这为使用者提供了功能系统合成的指导，在合成中计算尺将参与其中。在这个意义上，这些媒介技术不是处于使用者与任务之间。相反，它们是作为调节行为时所使用的资源，使表征状态的传递完成计算的方式，与使用者一起参与其中。

关于绘制任务的计算技术有两个重要方面需要注意。首先，这些工具和技术使任务执行者避免了代数推理和运算。这些活动被指针和刻度上的数字重合所取代，或者被想象的数字表征及其简单变形所取代。与其说工具扩展了任务执行者的认知能力或在与执行者的交互行为中表现得像有智能的行动者，不如说这些工具通过将任务表征在答案或解决途径明晰的领域里，从而改变了人们需要完成的任务。其次，这类专门工具和技术的广泛存在是大量传统的详细阐述的明证，它们避免了代数推理和运算。事实上，有一些比我在这里所呈现的还要多的方法。该问题还可以通过查询在距离、速率、时间表格上的速度来解决。人类在荒野中所面临的认知任务不能仅仅从计算需求中推断得出。任务的具体执行决定了执行者为了完成任务必须要组织的认知过程的类型。任务执行反而是文化过程的组成部分，该过程趋向于修正表征，这允许任务通过简单的认知过程而完成。 155

或许这也赋予术语“专家系统”新的意义。很显然，在系统里大量的专门技术是在人工物中(包括外部工具和内部策略)——不是在人工物自身是有智能或是专业代理的意义上，或因为人与人工物相协调的行动组成了一个专业行为；相反，是人们与技术发生交互行为的系统展示了专门的技术。这些工具允许人们使用它们去完成需要完成的任务，同时这类事情也是人们所擅长做的：识别模式，模拟世界的简单动态，以及操作环境中的物体(Rumelhart, Smolensky, McClelland, and Hinton, 1986)。至少，在这个技术领域的最后，由人和技术组成的系统的计算能力并不取决于内在于技术设备的信息处理能力，而取决于技术在一个认知功能系统组成中所发挥的作用。

## 选择陆标

完成定位所需陆标的选择是一个复杂的判断，可能带来很多约束变量的计算。理想的情况是在陆标之间有平均的角度分布。三个陆标平均分布

在120°空间的间隔里比较理想。但是,在定位时间里,三个这样的陆标对于
156 舰船的位置没有多大的用处。避免与舰船相同或相反方向太近的陆标至关重要。在两条LOP中,一条LOP常犯的一个错误是把直线以30°相交,这将产生位置错误,该误差是LOP以90°相交而产生同类误差的两倍。而得到一个接近船首或船尾的方位将非常有用,因为那将形成舰船相对于理想航迹关系的最佳信息。类似的,靠近船梁的方位提供了关于舰船沿其航迹的位置信息,并且有时该方位被称为"速度线"。舰船的物理布局加强了额外的约束变量。由于一面巨大的镜子阻挡了视线,使得左舷罗盘控制员无法看见任何与船头的角度小于10°的陆标。所有的这些约束变量都可能有利于陆标的选择。

导航员经常使用他们的手臂或手指来评估海图空间或周边空间里临时LOP间的关系。我曾看见一个绘图员站在桥楼上,一只手臂伸向一个陆标,评估陆标与其手臂相交产生的角度。更常见的是,在海图表面用手势建构潜在的LOP。绘图员可在海图上指出一个用以描述预期陆标位置的符号,然后用他的手指在海图上划出舰船在下一次定位时间中的预测位置。通过在空中建构几个这样的临时LOP,绘图员选择了一个合适的方向。绘图员必须记住或重新回想先前的LOP用来考虑,因为尽管陆标判断不能基于任何LOP的性质,但是却基于LOP之间的关系。我猜想手势有助于在时间流逝中创造或维持这些表征。手指划过的轨迹随着时间而消退,但看起来它可以持续足够长的时间使几个轨迹能够彼此叠加,并在关于海图感知经验上持续足够长的时间。这样的一种合成图像允许导航员预想临时LOP之间的方向关系。当然,临时LOP不会被画在海图上,因为它们会给海图增加大量的潜在混淆和可能出现的危险混乱。一种不同的表征技术可能会允许这种临时建构以及对临时LOP评估的存在。

### 流水线活动(Pipelining Activities)

157 人类是机会型的信息处理器。罗盘操作员的活动可以描述为"读取该数字并报告该数字",这是通过一个有效的教学式简化而形成的。是一个易理解但并不准确的描述。事实上,瞄准照准仪、读取方位和报告方位的活动常常交叉进行。站在船舷上,有时能够看到罗经刻度盘操作员来回移动照准仪以接近陆标的方向,报告方位的前两位数字,然后,随着在报告时的短暂停顿,稍微转动一下照准仪,再报出最后一位数字。在极端情况下,即使是陆标定位也可能会与其他并发活动交叉进行。因此,可能在观察一个报告时被短暂地打断,在停顿时他正在完成一个非报告的工作:"德尔旅馆(短

暂的停顿来移动照准仪),04(短暂的停顿后数出最后一位数)3。”在这样的例子中,很多表征结构可同时相互协调。

如果分析的单元由实际相互协作的媒介决定,那么我们需要改变分析单元,将其作为任务的不同方面来考虑。当罗经刻度盘操作员读取方位时,罗经刻度盘之外的视觉场景不再是相互协作的一个重要部分,而对陆标的描述进行编码的心理状态也不再需要。完成方位读取的相互协作活动跨越了一组不同的结构、一组不同的媒介被带入到相互协作之中。再次,常规假设的个体界限不是由媒介间交互作用的密集程度所决定的单元界限。现在,该单位包括角度刻度,定位十字线,或许还包括读取印刷在刻度表上的数字和数出在刻度记号与定位十字线之间的刻度记号。方位接收员仍然是任务的执行者,但是现在方位接收员知识的不同方面以及环境中的不同结构被带进协作之中。活动的功能系统随着任务的改变而改变。任务的顺序将涉及功能系统的顺序,每个任务都由一组表征媒介所组成。

有时候,读取方位是报告和记录方位行为的共同结合。方位记录员可能在方位接收员读取最后一位数字之前,已经记录下了方位的头两位数字。在那种情况下,协作单元包括两个人的活动。两个行动者可以被认为是在深远的意义上的彼此合作(下文有更多体现)。罗经刻度盘的表征状态通过两人的协作行为传递到方位日志的表征状态上。但是在协作中,有着比两人或者两人的知识结构更多的知识。功能系统同时包括这些组成部分和人工物本身。当在观察中记录方位时,协作链将包括陆标的名字、对陆标的部分描述、陆标的视觉经验、照准仪的定位十字线、旋转罗盘的刻度、读取方向所涉及的知识和技术、电话线路中说话的声音、解释所述方位涉及的知识和技术,以及方位记录日志中的数字。 158

人们试图提出作为规范说明的连续解释,然后考察后续重叠的情况。这样做使得阐述更加清楚,但对该现象本身是一种歪曲。事实上,最大化的共同结合的例子很典型。只有通过涉及其他结构的细致过程,要素才能被有序地排列起来。例如,如果报告和记录与方位读取共同结合,则方向接收员和方位记录员都不需要记住这个方位。如果这个相同的任务被连续排列——读取、报告、记录——那么关于两者的记忆一定会起到作用。连续有序的解释出现在描述任务的书面程序中。这些理性化的解释比系统实际上如何工作的描述更容易考虑、理解和传播,但是以书面程序中描述的方式做这些工作很难,而且毫无效果。

当我们转向协作活动并且看到所有同时相互协调的媒介时(一些在行动者内部,一些在外部),会发现系统单位的不同意义。当方位接收员发现

陆标时，我们能想象在陆标名字与陆标描述的记忆之间有着相互协作，即假设一个理想陆标的描述状态，然后使之与包含陆标本身的某些视觉图像相结合，然后罗经刻度盘的定位十字线也被叠加其上。所有这些相互之间协调在一起。这种协调在罗经刻度盘上产生了在所指示方位中被读取的表征状态。在此我们有了两个外部结构（视觉图像和定位十字线）与一个内部结构（陆标描述）的相互协调，这是两个内部结构（陆标名字和对陆标描述的记忆）交互作用的结果。

159

## 3.4 建构任务配置

前面部分所描述的活动发生在细致的组织任务框架中。不能没有建构框架而完成计算；因此，在某种意义上，建构框架是计算的一部分。在最直接的意义上，框架通过准备程序被建构，该程序在导航开始之前完成。标准观察程序详细解释了在海锚小分队准备工作中的以下步骤：

8. 为海锚小分队所做的准备。在解释海锚小分队之前，助理导航员将确保：

（1）所有方法和海港海图被安排如下：

a. 标有航向和距离的航迹。

b. 改变方向时要考虑舰船的战术特征（利用 15 度方向舵以及 10 节的速度）。

c. 在必要的地方考虑危险方位/范围，特别是在如果舰船向潜水区前进的时候。

d. 用鲜亮的不可擦去的标记标出在航行中会遭遇的所有的危险，以及 30 英尺（5 英寻）或更浅的水深。

e. 准备好适合的码刻度以便快速使用。

f. 如果抛锚，要使抛锚活动的安排根据甲板手册中的要求进行。

（2）所有相关的印刷物必须正确并且得到标注，所有的信息受导航员和绘图员的检查。

（3）绘制描绘潮汐和水流的图表并将其张贴。

（4）如果可能，回转仪的错误在配置细节的一个小时内被确定。

（5）合格的人员被分配到各个岗位上。

## 按正确的顺序把正确的海图填到表格中

舰船正在驶入海港的时候需要一些海图。这需要能在不同海图间进行快速的转换。尽快在新海图上得到新的定位很重要，当所需导航完成时，就不会需要再搜寻海图。一般的战舰通常会携带5000多幅海图，所以寻找海 160 图会很费时。此外，海图被存放在接近辅助导航桥楼的地方。因此，有具体细节要求的图表一个接一个有秩序地被摆放在图表台上，以便及时方便拿取。这样能很快地换取图表，仅仅只需把首张图表拿走，所需图表就在手边了。如果海图在使用中被无意破坏或者在发生事故的情况下被收集作为证据，被储存在图表台里的备份海图表能被快速地调来使用。

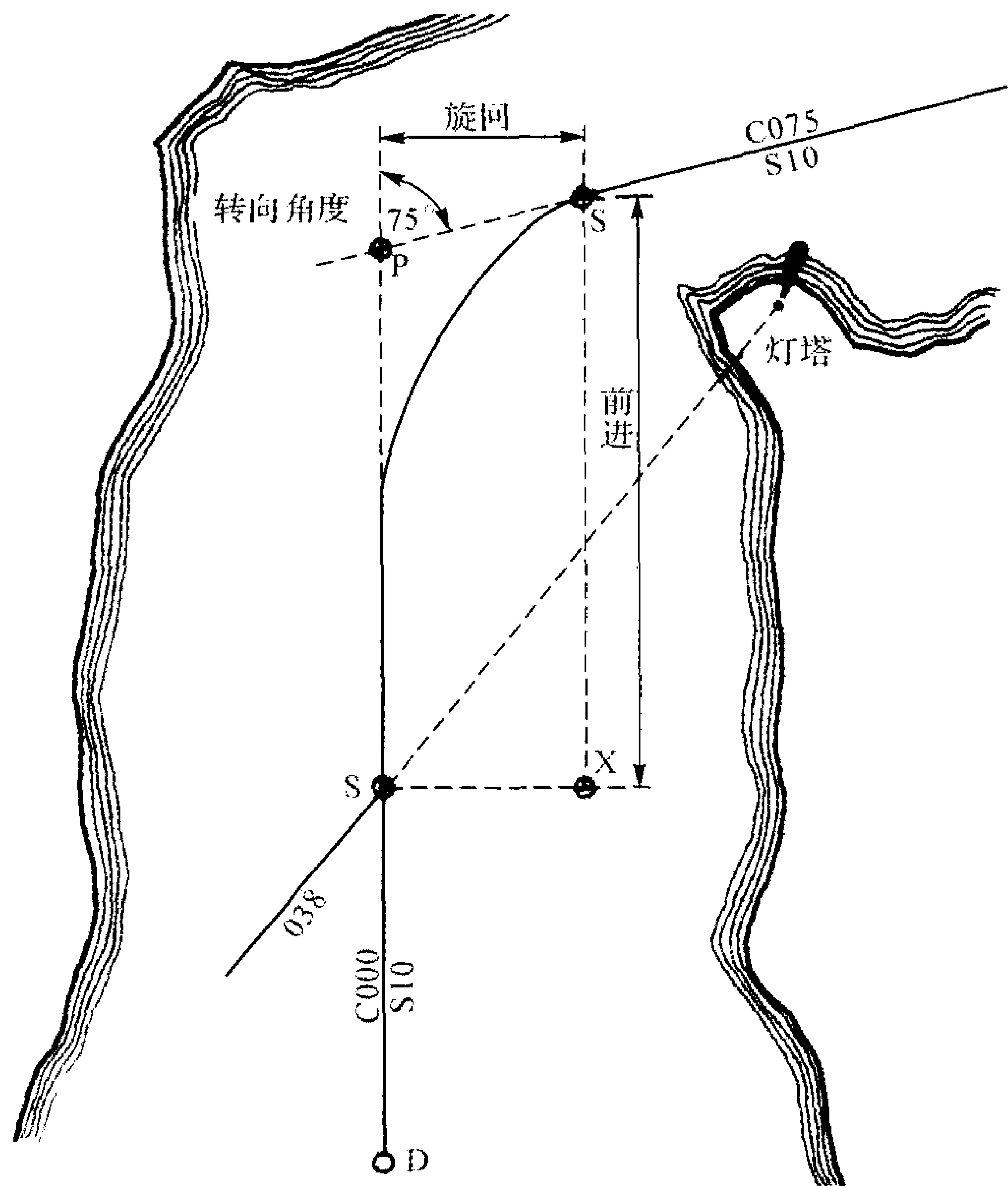
## 入口(出口)航迹的计算

通过提前计算舰船的航迹，舰船航行进海港的任务大量地被简化。这包括在海图上绘制航线的过程、航程的长度、转向的位置、转向方位的符号，以及用以决定转向的陆标。当然，建构这个航迹需要付出相当大的努力。它还要求对舰船的战术特征进行确认，确保舰船状态不会急剧变化。在方向舵转向后，舰船在到达其新的理想航向前，会向前移动并向舷侧面移动一些距离。舰船向前移动的量被称为冲程，移向舷侧的量被称为旋回。这些数据可以进行计算，但是在冲程旋回图表(advance and transfer table)中更容易查找到这些数据(图3.5)。这些图表改变了包含在提前绘制航迹中的计算的性质，而这改变了海锚小分队活动过程中完成的计算的性质。冲程回旋图表使绘制预测航迹更为容易，而预测航迹则更容易为甲板上的军官提供支持。使得这些任务更方便完成的更多描述尚未表达出来。通过详细描述任务中必须完成的认知要求的改变，可以论证任务如何被简化。这些人工物的结构使得所需的计算能够通过这些人工物交互作用中的较简单认知过程来完成，而不是通过其所代替的方法而完成。

舰船计划航线的这些特征不会由海港的一个进口向另一个进口而发生改变，所以常常用墨水将其绘制在海图上。因此它们成为海图的永久特征。由于出口航迹不同于进口航迹(舰船保持在航道的右侧)，因此进出港口使用不同的海图，至少对于主港口(home harbor)来说是如此。显示距离的码 161 刻度先于转向，直接被绘制在舰船的预测航迹上。舰船进入港口的同时所有的工作也随之完成，但是提前计算航迹改变了所完成任务的认知要求。导航团队最重要的任务之一是在舰船的航行中给OOD提供建议。提前制作海图使该任务变得更加容易。例如，如果目的航迹已经绘制好了，航迹向

左或向右的位移就能直接测量出来。关于下一次航线的信息几乎就在眼前,并只需在位置被绘制之后从海图中读出这些信息即可。以该方式制成海图,使我们不需要测量下一次循环定位的码数,只需通过简单检查即可得之。

162




| 标准战略直径,1500 码——标准舵角 15° | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 角度 | 前进 | 位移 | 角度 | 前进 | 位移 |
| 15° | 500 | 38 | 105° | 993 | 853 |
| 30° | 680 | 100 | 120° | 933 | 1013 |
| 45° | 827 | 207 | 135° | 827 | 1140 |
| 60° | 940 | 347 | 150° | 687 | 1247 |
| 75° | 1007 | 513 | 165° | 533 | 1413 |
| 90° | 1020 | 687 | 180° | 867 | 1500 |

图 3.5　冲程回旋图。关于舰船操作特性的这些描述是由经验决定的,并被用来在受限海域中设计转向策略。(来自 Maloney,1985)

对海图进一步的定制(customization)包括在临界等深线中刻线(比舰船的吃水深度更浅的海域),绘制能使舰船远离危险区域的陆标方位,以及安排抛锚方法。由于使用了预测航迹,对海图结构的修正对船来说是详细而精确的并支持了计算,否则这些计算需要及时完成,只是需要在主任务的真实执行中以较大的认知要求为代价。

## 更新海图

海图必须保持不断更新。因为航道充塞了,沙洲移动了,建造了新建筑,灯塔可能被破坏并且重建过。由于出版新版海图的费用很昂贵,因此就需要周期性发布和分发关于海图变更的通告。这些改变须整合进舰船现有的海图中。更进一步地说,船员们可能选择在海图中增加新陆标而这些陆标原本并没有出现在海图上或发布的变更通告中。Palau 号上的船员们通过舰船进港时所得到的若干循环定位建立起来的灯塔方位,为他们的海图增加了一个新灯塔。为了使将来的任务执行变得更容易或变得更加灵活,这样做意味着增加任务执行的工作量。

海图因此以这种方式被定制,这改变了使用海图所完成工作的性质并且改变了完成该工作的认知要求。对海图的定制是一种结构,其将成为在执行导航任务时运行的认知功能系统的组成部分。计算被及时分布,并且这些对海图的定制是提前计算,来将计算移出海锚小分队高速活动的 163 例子。

## 导航磁罗盘偏差表(Compass Deviation Table)的计算

虽然磁罗盘不是作为主要导航工具而常用,但当需要使用时,就变得非常重要。每个磁罗盘都有小误差,这是罗盘电磁环境产生的结果,而且这些误差有可能正确。某些较小的误差经常存在,为了消除这些错误,就有了偏差表。罗盘关于航向的误差以 10 度为间隔,可以被经验地观察到,并写入表中。该表格中的条目不久将被用来弥补读取罗盘时的误差。如果能得到可靠的方向参照,偏差表必定是被提前建构的。

## 编制并公布潮汐和水流图表

当定位被绘制后,导航团队必须要检验观察到的船下水深符合海图上所显示的舰船确定位置的水深。如果没有潮汐改变,这个对比的区别就很小。潮汐有时使水更浅而在某些时候使水更深。在某些地方 15 英尺的潮汐变化幅度很常见。海图上海水深度的记录是关于海图的潮汐数据,关于潮

汐高度的参数也被记录。如果记录的潮汐是 0 英尺，那么在海图上记录的深度须精确。如果记录的潮汐是＋4 英尺，那么水将比海图上所显示的深度要深 4 英尺。图表提供了关于潮汐移动的预测。

潮汐是导航活动较棘手的方面之一。在开阔的海域，潮汐变化相对比较有规律。在潮汐和陆地交互作用的地方（特别在海港，它们与复杂的盆地交互作用），该规律就变得非常复杂了。当舰船在海港中航行时，就必须计算总的潮汐纬度以及潮汐移动的相位。这可能是在某个点上潮汐运动的较好描述，然而，由于潮汐袭进海港并退潮，在海港中，潮汐的峰值会产生在不同的时间，并伴随着不同的幅度产生在不同的点上。导航员必须能够根据计划航线计算潮汐的时间和高度。另外的一些表格被印刷出来，用以修正海港里被选中点上的相位和纬度。用复杂图形绘出盆地里的潮汐非常困难，如绘出旧金山湾。在准备进入或驶出海港时，导航团队在海港中将沿着计划航迹在取样点（或许多个取样点）上建构起一组潮汐高度的图形。对比回声测深仪操作员所观察到的水深，这些图表为船下海水预测深度的计算提供了修正。

164

团队的全体成员也形成了一个水流图表，该图表能显示被选中位置潮汐的流动方向和速度。这些水流在海湾和海港中都很强。它们影响对地航向（speed over the ground）（一个标准的航海术语）的速度，而且这是一个影响了速率计算和转舵指令的很重要的方面。

## 3.5 在预计算中兑现

### 预先计算在时间中重新分配认知工作量

许多为海锚小分队做准备的因素涉及部分预先计算的执行。我们容易发现的是，尽可能提前完成工作的效用之一就是缩减海锚小分队的高功率所需的总工作量。由于该任务被驱动的，并且由于军需官没有退出或开始的选择，这是在导航团队的能力内保持工作量的重要策略。以导航成员所需的顺序在桌子上有序地堆叠海图是在时间中重新分配工作的一个例子。

## 预先计算改变执行的任务

许多准备因素不仅仅是简单地把一些计算活动移出主要任务的时间限制执行中,而是需要做得更多。这些要素创造了改变任务认知性质的新结构,并一定要在主要任务的时间限制执行中完成。预先绘制的入口轨迹改变了对甲板上军官提供建议的任务。"用于快速使用所需的适宜刻度",与一对分线规及三分钟准则相结合,成为功能系统的一个元素,来完成通过感知推理的距离一速率一时间计算。潮汐图表、转向方位,以及危险范围在即时计算中起着类似的作用。循环定位活动在一个媒介中将所有的这些约束变量汇集在一起,在该媒介中这些变量结合的影响交互作用。预先计算是被保存的表征结构,其改变了任务执行的性质。它们不只是提前做了部分任务,而是事先做了使任务更易完成的工作。因此,一定时间内,在认知工作量的分布中,总工作量不同于提前做部分任务的情况,因为它是在提前重构预先计算之中。在下面的情况中,总的工作量实际上可能更少。 165

当然,海图本身的建构也能以这种方式精确地描述。海图的建构是一种被提前建构的结构并改变了计算的性质,这是在高速活动时段里完成的。密克罗尼西亚导航员的航海意象非常像在一个预先计算结构中的海图,在该结构中观察能够被图式化,以致迫切问题的答案在导航员面前显而易见。很多先验经验在海图结构以及在密克罗尼西亚导航员关于星辰和海洋的知识中被提炼出来。在这两种情况下,海图结构是计算功能系统的中心部分,而不是导航员独自创造出的某个部分。有一个建立在具体观察之上的总体框架,在这个框架上,地方性的特定观察在时间上和空间上可以被预测。

## 在多样时间范围内预先计算获取任务-不变量特性

每一个预先计算都是使局部不变量建构到工具结构中的方式,这些工具被用来执行导航任务。所有的不变量都不可能永远存在,在这个意义上,不变量是暂时的。不变量相对于其编码的不变量维持是局部的。在世界中以及关于世界的表征中的结构,在可变时间段里持续。总的来说,在不变的结构中,通过将不变量的表征建构到关于世界的表征中,能使计算机变得更有效。正如所公布的,海图将关于导航环境的不变量进行编码。这种不变量相对持久,同样,被适当关注的海图也是如此。对水手发布的通告和海图的更新符合于这样一个事实,即海图的不变量可能比它所表征的关于世界的不变量存在时间更长。许多对海图的定制是基于舰船的物理特征以及操作特性——例如,转向方位的位置以及危险等深线。这些都是不变量,不能 166

在印刷出来的海图上被编码，因为海图必须为舰船所使用。然而，这些信息是不变的，像该舰船上所使用的海图一样久远，所以海员们将其永远留在海图上。短期存在的不变量，如那些关于海图上描述海水具体流向的不变量，用铅笔或者其他可被删除的媒介标出。某些舰船甚至在经常使用的海图的航迹线上覆盖一个醋酸纤维透明软片，以使频繁的擦除不会破坏下面的航迹线。不变量对于具体定位来讲是特有的，通过可延展的媒介结构得到，例如量角器，只要量角器的锁钉被拧紧，其状态就能持存。

不同的工具要求能获得不同类型的不变量。考虑一下平行运动量角器(PMP)和量角器两者在绘制磁方位的不同之处。使用 PMP，人们能通过旋转并锁定外旋转罗盘卡使得该设备自身的结构增加磁性变化。随着 PMP 的如此设置，磁方位能被绘制并能对磁变进行“自动”纠正。这样做非常有用，因为磁性变化是一个在局部时间(在几十年内)和局部空间(在几十英里内)内的近似定量。使用 PMP 获取定量的代价在于要考虑到海图的基础作用而保持海图的位置。海图因此必须被放入到海图桌中。不可能将磁性变化的不变量建构到量角器结构之中。用量角器绘制磁方位要求用另外的算法纠正每条 LOP，因为用量角器得到的仅仅是更多的关于方位自身的局部不变量。量角器或 PMP 的锁定为在设备的结构中“写”或“储存”现行值提供了一种方式。

167

所有这些预先计算活动都是一类更为宽广的被称为模块化的计算现象的例子。在从局部计算中移除在计算的空间和时间范围内不变量的意义上，这些预先计算是模块化的。因此，除了及时重新分配计算以及改变计算的性质外，这些预先计算因素还排除了多余的计算。我们必定知道观察到的定位与预期位置之间的关系，但是并没有在每一定位中，甚至没在每个所描述的海水流变中，重新构建预测的航线。既然预期航迹在一个具体港口的所有入口是不变的，那么它只有在一个持续的媒介中才需被建构。海图与绘制过程之间的关系意味着任务的具体模块化。在第 8 章，关于系统对变化的适应论述将更加清晰。

海图表及其周边环境由全体船员预先建构，以服务于任务为目的。已准备的海图是一组分层表征，每个层次都与其所表征的不变量的时间或空间范围相匹配。这使最终的计算的执行通过把短期表征的最后层次添加到表征媒介中来完成，在表征媒介中，许多长期不变量的层次已经相互重叠。随着用铅笔快速地画出三笔，绘图员把 LOP 置于彼此相结合之中，并使其与关于世界的深度分层表征以及舰船关于该表征的关系相结合。于是，就出现了舰船相关陆地、前一个位置、预期航线、下一步可能位置、水深、下一个

转向以及经纬度的位置，等等。

## 预先计算是文化过程的一个窗户

当前定位的计算依赖于几秒前刚完成的量角器的设置。当前计算还涉及航位的规划：一件刚在几十秒前完成的工作；在几个小时前建构在潮汐图表上；在几天前绘制的海图的改变上；在几个星期前海图被"整理"时被放弃 168 的预测轨迹及转向方位上；在该海图符号的位置上，该符号最早出现在几年前印刷的新海图上；在几十年前所设计的绘图工具的性质中；在几世纪前完成的海图的数学式预测中；在几千年前发展起来的六十进位数字系统的组织中。看起来将此时导航活动与巴比伦时代发展出的数据系统相联系似乎很无聊。然而，需要注意的是，当我们仔细查看实践的细节时，会看到关于表征选择这个最普通的事对较容易做的事情和不易做的事情都有影响。这是与密克罗尼西亚导航相比较的任务之一。这些细节表明有些误差是可能发生的。该系统是认知生态学的一部分，在这个认知生态学中不同的表征技术包括彼此的功能环境。既然任何一种技术的出现都可能改变其他技术的计算潜能，所以原则上，不可能从古老基础的简单预先计算中排除任何起作用的因素。

假设这些因素与其他因素一样对计算起很大作用，我们会考虑应该把计算及时限定在何处。这并不是说当前计算被当前这一秒钟所限定，很明显，当前计算的时间跨度有好几秒钟。或许应该使用导航员对世界的分割，他们将世界分成一个个有意义的部分，并认为当前计算是一个定位活动并且被定位时间间隔所临时限定。那只是一种虚构，因为定位是循环定位的组成因素，而且每一个起始点像其他点一样都是随意确定的。我们会试图把临时限定以自己现在喜欢的方式置于观察的计算之上，但是除非我们遵循计算的历史并且看到在几个世纪中，在计算的实际执行过程中，结构在物质及理念方式的组织中是如何被积累的，我们才能理解计算。

这是一个真正的文化效应。通过时间来收集频繁遭遇到的问题的部分解决方案是文化的作用。西蒙(Simon,1981)用一个比喻的方式强调了环境对认知的重要性。他论述道，当我们观察一只蚂蚁在沙滩上的复杂运动时， 169 为了建构蚂蚁所采取的路径，我们会试图将其归结于蚂蚁的某些复杂计划。事实上，西蒙认为，爬行轨迹告诉我们更多关于沙滩的信息而不是关于蚂蚁的。我想把这个比喻扩大到有蚁群和历史的沙滩中。与其花几分钟观察单独的蚂蚁，正如心理学家们想做的，不如让我们成为人类学家并呆在蚂蚁旁边，观察蚁群几个星期或几个月。假设我们正好在暴风雨后到达，这时候沙

滩是蚂蚁的空白书写板。蚁群搜寻着沙滩。它们留下了短期存在的化学踪迹，并且在它们所去的地方无意地移动了它们所经之地的沙粒。几个月之后，蚂蚁根据第一次短期存在的化学踪迹，沿着踪迹一次又一次地到达同一地方，蚂蚁频繁的经过此处产生了长期路径，因此通往食物来源的路径就发展出来了。观察了几个月之后，我们决定追踪一只具体蚂蚁的外出行动。我们对它聪明地途经每个食物可能性高的地点而印象深刻。这只蚂蚁看起来要比它的前辈们几个星期前的工作更加有效率。这是只聪明的蚂蚁？或许它比它的前辈更聪明？不，它只是一只同类型的笨蚂蚁，以与前辈相同的方式对环境作出反应。但环境不再相同。这只蚂蚁的环境是一个文化环境。蚁群在沙滩上留下了它们的记号，而现在一只笨蚂蚁通过与前辈活动的历史残留物的简单交互作用，使其看起来显得精明了。

西蒙明显是正确的：在观察蚂蚁过程中，我们了解了更多关于沙滩的信息而不是关于蚂蚁内在的信息。那么在观察人类在荒野中思考时，我们可能更多地了解人们思考时的环境而不是内在于他们头脑的信息。既然已经意识到这一点，我们就不应该整理行囊离开沙滩，得出结论说我们不能在此得到关于认知的知识。人类思考的环境不是"自然的"环境。它们彻头彻尾是人为的。人类通过创造用来实践认知能力的环境来创造认知能力。到目前为止，几乎没有人花时间认真研究这些认知活动组织者的环境，使得我们对它们在思维建构中的作用几乎一无所知。

## 3.6 计算在哪里

### 将心理活动与计算相联系

170 舰船导航涉及许多数字。为了找到舰船位置，特别是为了决定舰船要驶向何处，必须处理数字。很容易设想导航员一定是善于算法的。然而，当我仔细地观察导航实践的时候，我发现导航员很少从事于算法的任务。这是如何可能的呢？

到如今很显然的是，被导航系统执行的计算不等同于导航团队的个人所面对的认知任务。不通过导航团队个人的认知能力或认知活动来描述导航团队执行的计算是可能的。我在之前对表征状态在一组结构表征媒介中的传递的描述中已经这么做了。导航系统将一维约束变量与确定舰船位置的活动相结合。导航团队的成员读取刻度并且把语言表征转译成书面表

征。导航系统从时间和速度中计算距离，而团队成员把四位数想象为两位数。被导航系统执行的计算是导航团队成员认知活动的次要效应。技术性工具不仅决定了导航员所面对的任务，还决定了在他们操作过程中对计算的实际执行。正如我们所见，绝对相同的计算能以多种方式被执行，每项执行将非常不同的认知要求交给任务执行者。

我在上文论证了将这些工具作为认知活动扩大器的幼稚概念是错误的。书写程序是记忆的扩大器吗？即使任务执行者从不知道这个程序也不会是这样的。那么，执行任务的功能系统一直是结构表征媒介的构象，这些表征媒介被用来与其他表征媒介相互协作。这些工具使得我们能够把难度大的任务转化为那些通过模式匹配，通过对简单物理系统的操作，或者通过对简单物理系统操作的心理模拟来执行的任务。这些工具精确有用是因为用以操作这些工具的认知过程不是通过其操作所完成的计算过程。问题的 171 计算约束已经建构到工具的物理结构之中。

计算尺是这个原则的最佳例子之一。对数把乘法和除法映射到加法和减法上。对数刻度将对数量映射到物理空间上。计算尺空间将对数刻度在空间里并置并执行用以表征对数量空间的加法和减法。以该方式，乘法和除法作为简单空间置换的加法和减法而执行。工具使用者所面对的任务在刻度平面(scale-alignment)操作的领域中，但所完成的计算在数学领域中。海图是这个同样原则的更微妙的例子。思考一下预先绘制危机方位的情况，一旦这样做了，那么要确定该舰船是否处于危险中，只需通过简单地观察船的位置处于危险线的哪一面就能决定。在该情况下，概念判断作为简单的知觉推理而被执行。

因而这些工具将计算作为对简单物理对象的操作和将概念判断作为知觉推理而执行。但从接下来提到的工具的产生来讲这样做可能缺乏细化。由于很难从与简单的“非智能”物理设备的交互作用中来理解计算能力的来源，我们很乐于把机会浪费在所谓的智能计算上。心理学与人工智能的结合将使得我们试图去创造更多的人工智能代理而不是去创造更强大的任务转换表征。

在考虑计算尺时，人们也会联系到通过心理算术来做乘法。做心理乘法有很多方式。在西方文化中面对心理算法的需要，典型地表现在人们想象做位值算法的时候。在使用内在人工物而不是外部人工物时，人们把位值算法的运算法则应用于数字的心理图像。这些内在人工物就是文化程序(D'Andrace，1981，1989)。人工物结构的内在化影响新的认知任务，而且，个体处理器的特性限制了人工物的结构类型，这些人工物的结构类型能够

172 成功地被内在操作。面对心理乘法问题时，即使是那些熟悉计算尺操作的人也不会试图去想象他们是如何操作计算尺而解决问题的。这是因为使计算尺起作用的是表征数字的记号位置的精确性。心理表象(mental imagery)的媒介非常不适合保存这样的精确空间关系，特别是当其中的一组必须被移动到相关的另一组时的精确位置时。

以上所说的关于由人造系统操作所意识到的过程与执行该操作的认知过程之间的不同之处对于内在化的表征来说是真实的，正如其对于外部表征一样。内部表征也能够改变任务。而且我们也期望如此。如果认知系统在新的功能群中通过结合表征获得新的能力，那么它很可能使内部表征产生新的功能群，如同它会使外部表征产生新的功能群。做心理位值算术给任务执行者增加了一组特别要求。用其他的一些系统做相同的任务——例如，速度算法的崔切腾伯格(Trachtenberg)系统(Cutler and McShane，1975)，或不使用进位的中文基本 17 系统(Taylor，1984)——增加了不同的要求。在任何例子中，任务都通过操作由若干相互结合表征组成的功能系统而完成。

我们全部是认知的组合创新者——由外部结构和内部结构组成的功能系统的装配者。在发展该论证时，我已经很小心地不去定义这类为了思考而设计的外部工具，比如认知人工物。该观点的问题在于很难看到内部人工物的作用，也难以看到该类情境观测表现在密克罗尼西亚导航者关于星星的心理图像中的力量。星星不是人工物。星星是自然的而不是人造现象，然而它们有与适当类型的内部人工物交互作用的结构("观察"的策略)，成为密克罗尼西亚系统最重要的结构表征媒介之一。在天空中或多或少随意闪烁的星星是密克罗尼西亚系统的重要组成部分。如果星星在天空中绝

173 对统一分布，那么通过星星来导航就不可能：信息不同，并且作为提供信息的工具没有区别。

如果我们把分离的个体心智归因于实际上是个体操作文化人工物系统所组成的系统特性的话，那么我们则把个体心智归因于系统没必要拥有的过程，而且我们很难问及系统为了操作人工物而实际上拥有的过程。这类归因很重要，但是常常会犯错误。

## 知晓事物起作用的原因

一位知名的导航学者哀叹如下的结构积累效应：

> 当然，甚至在今天，既然时间保持和位置发现的最终来源是天空，水手就必须抬头仰望天空。但是长久以来，专家链——专业天文学家、

> 数学家、历法制造者、工具制造者，等等——已经把普通人从第一手观察中分离出来，他已经不再试图超越实际钟表、时间信号、图式历法，或者任何可能“告诉”他所希望知道的东西而进行思考。（泰勒（Taylor），1971）

福雷克（Frake，1985：268）对潮汐的现代知识持类似的观点：

> （现代潮汐理论）远远超越了现代导航所达到的层次。今天水手不需要在任何层次上理解潮汐理论。他们仅仅为了每次航行来查询他们的潮汐表。

墨卡托投影海图是一个专门的模拟计算机，并且海图的特性使它的使用在本质上可能是以数学方式进行的。但是计算的那些部分由制图员所执行并且不需要直接考虑到海图使用者。地图制作者已经为每个使用海图的导航员完成了部分的计算。计算在时间中也如同在社会空间中被分布。导航员不需要知道海图如何被制作，也不需要知道墨卡托投影给予直线以特殊计算意义的性质。如果使用者不需要知道墨卡托投影海图如何或为何起作用，那么该设备实际上会更强大，因为它将因此对更大的使用者群体有效。导航员心智计算能力仅仅表现在导航计算问题的低浅层次上。在日复一日的导航实践中，更深入的问题要么被一些表征技巧转化为浅显的问题，要么根本就不需要处理。 174

# 4 团队行为表现的组织

175 第3章叙述了循环定位中各部分工作的执行，现在我将介绍如何使这些分散的工作相互协调起来，形成一个更大的计算系统。在海锚小分队中，这要求团队成员的行为相互协调。因此，在本章我不仅考虑到这些工具如何使用，同时也考虑到导航团队成员如何共同运用这些工具。在本章，认知分析单元是整个导航团队而不是单个的值班员。

在人类学中，没有比劳动分工更重要的概念了。按照人类群体的能力平衡及开发其自然环境的能力来看，社会组织因素通常会产生颇不同于个体属性的集体属性。比如说，Karl Wittfogel(1957，Robert 引用，1964)关于水利农业和东方专制的出现写道：

> 只有通过利用大量的劳动力才能使大量的水道被疏通和继续存在，并且这些劳动力必须被协调、训练和引导。因此一些渴望征服贫瘠的低地和平原的农场主不得不调用基于前计算机技术提供唯一成功机会的编制设备，他们必须与同伴协调工作并服从于指定的权威。

因此，一类特殊的社会团体允许个体以生产出成果的方式把他们的工作结合起来(在这里，技术系统称为水利农业)，任何个体的独立工作不能生产出成果。这种影响在现代生活中普遍存在，但大部分是无形的。对此表示怀疑的读者可能会在当前环境中环顾并找寻是否存在什么东西，由社会176 组织群体中的个体通过协调性劳动形成或传递到现在。在我周边的环境里，我能找到的唯一可与这个检查相吻合的是一颗带条纹的卵石。我在海滩发现它并把它带回家来装饰书桌。当然，把漂亮的卵石带回家装饰书桌

本身是一种文化行为而非个体创造。在我的视野范围内所看到的每一个他物都不只是协调团体而非个体行为的成果,同时也是团队而非个体行为的必然成果。

无论劳动本质是自然的还是认知的,所有劳动力的分工都要求用分布式认知来协调参与者的行为。甚至对两人用榔头钉尖钉的简单系统来讲,也同样需要认知使自身行为与对方行为相协调。当被分布的劳动力是认知劳动力时,系统则涉及两种认知劳动力的分布:作为任务的认知和作为决定任务协调因素的认知。在这种情况下,执行认知工作的团队所形成的认知属性有别于任何个体的认知属性。

考虑到社会组织和作为改变人类能力的劳动分工的重要性,认知劳动力的分工在认知人类学中的地位却是如此的微不足道,这一点很令人惊讶。人类集体的认知属性可能依赖于由个体认知能力所形成的社会组织,而目前对此的研究方法甚少。在过去几年,对社会知识通过其成员而分布的研究引发过一些兴趣。Schwartz(1978)提出的"文化的分布式模式"是这些进路中的最佳研究之一。近年来,文化内部的可变性中社会知识的分布问题引起学者们更大的兴趣(Romney,Weller,Batchelder,1986;Boster,1985,1990)。在很大程度上,当前的工作致力于个体人类学报告者的可靠性和代表性的问题,而并非知识在其中分布的群体属性的问题。

作为集体的文化或社会的观点可能拥有某些不同于几个世纪后文化的个体成员的认知属性,在法国社会学家涂尔干(Emile Durkheim)及其同伴的著作中并以纲领性主张的形式表明了这一点的确如此。这是一种有趣的普遍主张,但其能论证任何特殊的认知属性都可以在个体层面和集体层面 177 分别被证明吗?进一步说,罗伯特(Boberts,1964)认为文化团体可被视为一种广泛的分布式记忆。该记忆明显比任何个体记忆更系统化并毫无疑问比任何个体记忆具有更强大的能力。罗伯特甚至推断从文化记忆中进行恢复可能不同于个体记忆恢复,而且在日渐复杂的文化中对记忆恢复功能的持续支持需要种种社会组织策略。他对四位美籍印度部落进行对比研究来进行这些课题,提出原始部落信息还原(即他所谓的扫描)在美国曼丹族印第安人(Mandan)中比在奇里卡华人(Chiricahua)中更有效,因为"一个种族占领的领地小,居住模式集中,拜访的频繁,礼仪上的关联,使得非正式的(还原)机制更有效"(同上:448)。罗伯特同样提到夏安族人(Cheyenne)的部落信息还原过程所拥有的属性不同于曼丹族印第安人或奇里卡华人。他把这些属性与社会组织的特殊属性相联系:"如果一个地方议会的成员代表同族和部落里的其他集体,每个成员作为其所代表的团体的全部信息来源对地

方议会来讲是有用的……地方议会通常被视为作决定的团体，而不需要强调其作为信息还原单位的功能。”(同上:449)

据上文所述，罗伯特将该团体层面的还原有效性的差异归因于团体规模的大小、个体内部交流模式，以及知识的分布。因此，这对于理解集体认知属性不同于个体认知属性的方式很重要。通过对前水利农业社会和后水利农业社会物质创造的对比，很明显，物理成就的不同是由于社会组织的物理劳动上的差异而非两类社会成员的身体力气上的差异。与此同理，如果团体所具有的认知属性明显不同于个体，那么任何两个团体认知能力上的差异就完全依赖于社会组织的认知分布的差异而不是集体中个体的认知属性。该主旨是接下来两章的主题。



## 4.1 海锚小分队

在导航和定锚阶段，社会组织在导航团队的认知中扮演怎样的角色？在第1章，我们看到舰船日志记载了这项任务明确标准化的劳动分工。具体的角色如下：

3. 领航海锚小分队包括：
a. 导航员
b. 导航员助手
c. 导航绘图员
d. 导航方位记录员
e. 右舷罗盘操作员
f. 罗盘操作员
g. 受限机动舵手
h. 观察军需官
i. 受限机动尾舵手
j. 回声测深仪操作员
(所有的舵手都各司其职，除了导航员，每一个岗位都配有一名军需官。)

各导航员的职责在标准观察手册中有注明并须按程序执行。考虑到这些程序和劳动分工，在任务执行过程中，很明显这些书面程序并不被导航员

作为组织资源而利用，也不会去描述所执行的实际任务。更进一步地说，如果系统是以书面程序详细说明而构建的，则不会起到作用。此外，规范待程序是一个好的起点，并提供了一个稳固的框架，在这个框架内可以描述出系统的属性。在接下来的章节里，作为认知系统的导航团队的组织，对分布在标准观察程序中所界定的任务要素与对程序要素的角色的讨论交织在一起。

4. 当在受限水域中操作时，必须遵循以下程序：

a. 至少每 3 分钟做一次定位（周期可由导航员延长）。

默认的定位间隔是 3 分钟，因为该间隔使确定计算的简单化成为可能。如果需要更多的解决办法，导航员可缩短时间间隔。定位时间间隔是一个控制环境抽样比率的参数。 179

b. 在每个转向时及时获得方位。

由于方位定位和方位预测计算的性质，舰船的航线因转向而将产生一系列间断的直线。需要不断地引导航线和计算方位。通过一种不同的计算技术（比如说全球卫星定位系统）就可能使航迹由平滑的曲线构成。当舰船转向时，方位定位有两个问题：第一是在转向平台很难准确地观察。甚至陆标的真实方位会在罗盘操作员瞄准时发生小小的偏移，如果舰船正在转向，不管转向的速度是多少，相关的陆标方位都会发生偏移。这要求罗盘操作员借助旋转的远视瞄准器来“跟踪”陆标。第二是即使可以在舰船转向时作出精确的方位定位，但对将来舰船方位的预测也不是很好的基础。舰船转向时不可能了解航迹的准确位置，因此转向时的方位定位不能对舰船在下一个定位时刻的方位作出精确预测。由于这些原因，通常不会在转向时进行方位定位。然而，一旦舰船以新的航线航行，从新航线的未来位置中确定的方位可以被预测为直线。

c. 每一方位或范围都需要探测水深，这将与绘图的方位进行比较。

程序的这一部分和循环定位形成的表征建立了交互核对。在误差探测里表征对比的角色将在第 6 章讨论。

d. 回声测深仪日志由回声测深仪操作员负责。

通常情况下,由观察军需官(QMOW)保管所有的导航日志。但在海锚小分队里,回声测深仪导航日志由回声测深仪操作员负责。这是海锚小分队开展认知劳动的分布的众多手段之一。

180

e. 在海锚小分队中妥善磁罗盘核查手册。观察军需官负责在甲板日志里记录每条航线的核查方向。

f. 在海锚小分队中妥善保管舰船方位日志,并进行注释。

磁罗盘核查手册用于在标准观察中追踪磁罗盘的变化。该手册和舰船方位日志在海锚小分队里被妥善保管,因为标准获得的信息在更多的细节中形成并被记录在其他地方(方位日志和甲板日志)。

g. 如果有资格的军需官都各司其职,导航员助手就不需要介入绘图工作,而是监督整个团队尤其是绘图员、记录员和方位接收者的工作。

导航员助手,即军需官主管希望可以监督指导整个导航团队的行为。当我第一次踏上 Palau 号时,团队当时就以该结构来操作。不幸的是,军需官并未训练有素地跟上自己的工作量,使大副不得不介入绘图员的工作。在所有岗位都配备军需官不太可能。我的一些观察发现,通信员级别的船员任职罗盘操作员和回声测深仪操作员。在团队构成方面个体有效性的影响是所观察的舰船之间的差异之一。比如说,Colleen Seifert 对另一艘舰船的观察表明,导航员助手完全充当了监督的角色并对每个方位进行定位。程序中的这部分关系到导航团队获取信息的分布,并可视为导航团队计算结构的一方面。

h. 每三四次定位后,偶尔来自 CIC 的二级地图的信息将会标在主要的海图上进行对比。

在构造重复绘图的代价与误差探测增长的收益之间有一个明显的权衡。鉴于所使用的表征的性质,来自战斗信息中心(CIC)的信息不能以描绘的方位传递到驾驶台。而且,它通过桥楼组的额外进程的形式而传递。信息作为未知数据(陆标的方位和范围),或者作为纬度和经度的坐标或以较

181

先估计的轨迹来定位舰船的方式而传递。后者的形式更容易被观察。“距离转向600码，轨迹右方30码”是典型的CIC状态报告。收到这类报告时，绘图员可能会“瞄准”方位并答复：“收到。”这个表面上不假思索的对话代表了一个计算结果。通过CIC传递的坐标适合该结构并且可以被绘图员绘制到海图上。必须清楚的是，距离的转向需要通过几百码的距离提前标记出来。地图上的一个点代表确切的预定轨迹30码的位置以及先于下个转向600码的距离，因此，在海图上定位一个点相对容易。关于预定轨迹方位的较为方便的编码只有导航组和战斗信息中心在海图上有同一轨迹时才可能。这个报告是关于舰船方位的，但是它也根据所报告的方位假定了工作框架的共享表征。

通过独立的计算表征的比较，绘图员的重复进程为误差探测提供了另一个机会。导航过程从相对独立的数据资料形成了大量表征。例如，绘制于CIC中的方位建立在雷达反馈而不是目测方位的基础上。在导航实践中对这些表征的比较是很常见的主题。此处所列举的措施仅仅是所有导航团队需遵循的海锚小分队的程序策略的规范。例如，在标准航行观察中遵循的规则如下：

i. 在延长期间没有有效的导航援助（至少一个小时），DRAI（失效的估算分析器）和导航卫星实效估算将记录在舰船方位日志里，并且绘图员要将预计方位与实际估算进行对比。如果出现难以解释的差异，则必须马上呼叫导航员助手。

这里我们再次看到对不同来源的表征的比较和相互关系的强调。海图是“基本平台”，所有表征都可以在海图这里进行比较。 182

j. 导航员在海锚小分队里扮演着桥楼部的总协调员。

这是导航团队计算架构组织中的另一要素。导航员有权适当地改组整个导航团队。

k. 如果在海锚小分队工作时，舰船驶进可见度较弱的区域，那么最高军需官就要在时间共享的基础上给OOD配备LN-66雷达装置。

我在舰船上从未遇到舰船驶进能见度很低区域的情况。正如第1章所

述，导航助手声称在能见度减弱的情形下，他不能遵循 CIC 与桥楼之间关系的程序性规范说明。要知道的是，在桥楼上有一个水面搜索雷达，可用以观察雷达方位和陆标的范围（上文提到的 LN-66）。导航助手需要利用该仪器收集他自己的导航数据。然而，在该条件下导航团队与舱面值班员之间对雷达使用的竞争趋于激烈化。在能见度减弱的情形下，甚至越过航空母舰飞行甲板的边缘的视野也很有限。舱面值班员则会调整雷达使其最有效地侦察和追踪其他舰船，而军需官则调整雷达来测量方位和陆标的范围。该两种运用互相冲突。

以上描述了海锚小分队的相关程序和劳动力分布。在系统水平上他们有多种认知推理，包括在系统感知设备的组织中作出变化以满足预期的环境条件下的改变，以及通过比较关于相同环境的多重表征而产生的自动错误监察程序，还有在社会层面通过对分布式认知劳动来提升工作能力，以及监督功能的自我反省。

5. 导航绘图员将：
a. 绘制各个方位。
b. 从 CIC 处绘制周期方位。
c. 在两个定位间隔的最小值之前保持一个不变的 DR
d. 为导航员/OOD 提供以下信息：
(a)航迹的最新位置。
(b)目前的 SOG（对地速度，speed over the ground）
(c)下一个转向的距离，和目前 SOG 的时间。
183 (d)下一个转向的方位。
(e)决定（大约第三个方位）时进行调整和观望。
(f)正横前（forward of the beam）最近的浅水区。
(g)如果抛锚的话，下降点、减速点、停止点或返回点的距离和方位的确定没有先后顺序。

受限机动绘图员的前三项任务是很直接的。每个周期甚至是设定的规范间隔实际上并未报道上一章所列的信息条目。更确切地说，它们只在 OOD 需要使用时才会被提供。这就要求绘图员对 OOD 所做工作的性质有所了解，才能使自己预料 OOD 的信息需求并及时提供准确的信息。正如第 3 章所注释的，舰船和设定航迹之间关系的确定主要通过航迹的预先计算而简化。

由于水流自身的运动，舰船的对地速度与其在水中的速度差别较大。甲板上的军官关注的是对地速度，因为这是舰船的运动相对于陆地的速率。舰船的对地运动是舰船在水中运动和涉及陆地的水的运动的矢量和。在海港，潮汐作用会产生非常强的水流，能加快或减慢舰船的对地速度。（圣弗朗西斯科湾的急流快艇者经常开玩笑说锚是船上最快的一个设备。在真正的逆流条件下，零对地速度的抛锚舰船可能比逆流行驶的舰船更稳定，逆流如此强烈使其对地速度为负或驶向错误方向。）对地水运动方向称为流向（set），对地水流速度称为流速（drift）。该信息对甲板上的船员很有用，因为它不仅影响对地速度同时也影响舰船的操作特性。

6. 导航记录员或计时员将：
a. 每 3 分钟计时一次定位，或遵照导航员指示。
b. 方位记录日志与即时指示保持一致。
c. 告知罗盘操作员可以使用的援助。
d. 当命令作出上述行为时大声讲出连续方位。
e. 从回声测深仪操作员处获得水深（soundings）。
f. 至少在每 3 条定位线记录一次数据。

导航记录员或计时员在导航团队中起到暂时的信息协调作用。他发出的计时信号和导航指示用来操控罗盘操作员的行为。他在方位记录日志中 184 的记录是系统相对于陆标的第一个永久性表征。标准形式中方位记录日志的结构（OpNav 表 3530/2）是行为组织的来源。其纵列和横列预先印好标签。必须用墨水记录并不允许有删掉的记号："如果产生错误，记录员要用一条线划过错误的条目并补上正确的信息，留下两者清晰的记录条目。"（Maloney，1985）

7. 受限机动回声测深仪操作员将：
a. 在需要的情况下测量水深并将信息传递到桥楼。
b. 每一次传递水深信息到达桥楼时，记录下时间和水深。

回声测深仪操作员在水深日志中作出水深的冗余记录（redundant recording）。

8. 船翼罗盘操作员须：

a. 先于海锚小分队，熟悉所有可利用的有效信息。
b. 自己加够衣物以保持舒适。
c. 到达桥楼马上检查照准仪的操作，及时向首席军需官报告任何的不一致。
d. 与记录员用音响动力对讲机保持交流。
e. 获得并报告记录员指示对象的方位。

罗盘操作员自己必须知道导航的辅助手段，以便在直接投射方位时能够找得到自己的位置。在一些舰船上，这些辅助手段是通过字符以及电话传递的方式提供的。这种字符用以更容易的识别(Grudin，1988)。当驶进一个陌生的海港，陆标从港口入口到码头依照字母顺序标注。然而这使罗盘操作员的工作更困难，因为他们必须熟悉陆标上的一系列名称。某些军需官认为这对于驶入外国港口是一个实际的问题。

一旦上岗，罗盘操作员需为海锚小分队的持续工作而坚守岗位。由于罗盘被装置在舰船表面的外侧，因此一开始罗盘操作员的着装适当尤为重要，这样他们在自然环境下就不会有不舒适感。对罗盘操作员的这些指示185 还包括其对引导系统(piloting system)的贡献的若干方面。他们要求在工作前有所准备，避免由于不舒适而产生预期失误，用足够的时间检验维护传感器，与同系统的其他成员保持联系并依照指示进行操作。

9. QMOW 必须：
a. 保存甲板航行日志。
b. 保存回旋仪的行为日志。
c. 保存太平洋舰队组织手册(the Pac Fleet Organization Manual)的备份。
d. 保存能及时查阅的航行规则(the Rules of the Road)的备份。

这是 QMOW 的标准责任的简单介绍。甲板航行日志和回旋仪行为日志是一种记忆的存储器。

第 5—9 章的标准航行观察给团队成员提供了展现工作的分配以及他们执行的功能的相互制约系统。既然团队工作是一种计算，我们可将其视为一个计算系统，将团队的社会组织作为一种计算架构。

## 4.2 作为计算架构的社会组织

在题为"分布式问题解决的自然和社会系统之隐喻"的论文中，Chandresekaran(1981)讨论了分布式问题解决系统的性质。Chandresekaran 将社会系统作为分布式计算系统的隐喻组织的基础领域。当然，建立在社会隐喻之上的计算机系统的计算性质也可以是社会系统自身的计算属性。因此，尽管没有探讨社会团体的计算属性的习惯，但海锚小分队中的导航团队可被视为一台计算机。本章中我将阐述该隐喻，寻求各种途径以说明在计算机框架中系统行为的各个方面。对我而言，建立在对认知系统进行计算隐喻的应用比对个体大脑进行隐喻的应用更为可靠。在第 7 章和第 9 章将进一步讨论。

当计算任务是社会分布式的时候，行为有两个组织层面：计算组织，在计算的各部分中通过计算从属物而被定义；以及社会组织，构建计算参与者之间的交互作用。 186

### 行动轨迹

为了审视导航团队的行为属性，有必要对行为进行表征以使团队不同成员间的活动关系更清晰。

图 4.1 是一个典型定位的行动轨迹。行动轨迹的目的是展示在循环定位的表征媒介中行为的实时模式。图表左边的纵轴线是媒介的名称，传感器在底部而"高位"的进程媒介(如海图)在顶部。底部的时间刻度以两秒为时间间隔。每个间隔视单一陆标方位的表征协调的行为而定。图表的最左边，第一个结果显示"准备标记"的信号，使方位记录员与两位罗盘操作员相协调。

正如标准观察程序中所示，当罗盘操作员从记录员处接收到"准备标记"信号时，须使照准仪瞄准陆标。区域的行动轨迹显示了每个罗盘操作员的照准仪和陆标世界因素之间的同步协调(在时间 59 秒时开始)。在该例子中，右舷罗盘操作员把陆标当成潜水塔，罗盘操作员则指向洛玛点。在即将给出"标记"信号前，记录员和绘图员讨论了该方位上使用哪个陆标。这使得记录员推迟传达该信号。"准备标记"与"标记"信号之间的时间间隔少于 3 秒，而不是平常的 10 秒。在这个点上团队有 2 分钟的定位间隔。这就是记录员急于传达标记信号的原因之一。定位还包括由回声测深仪操作员在

187

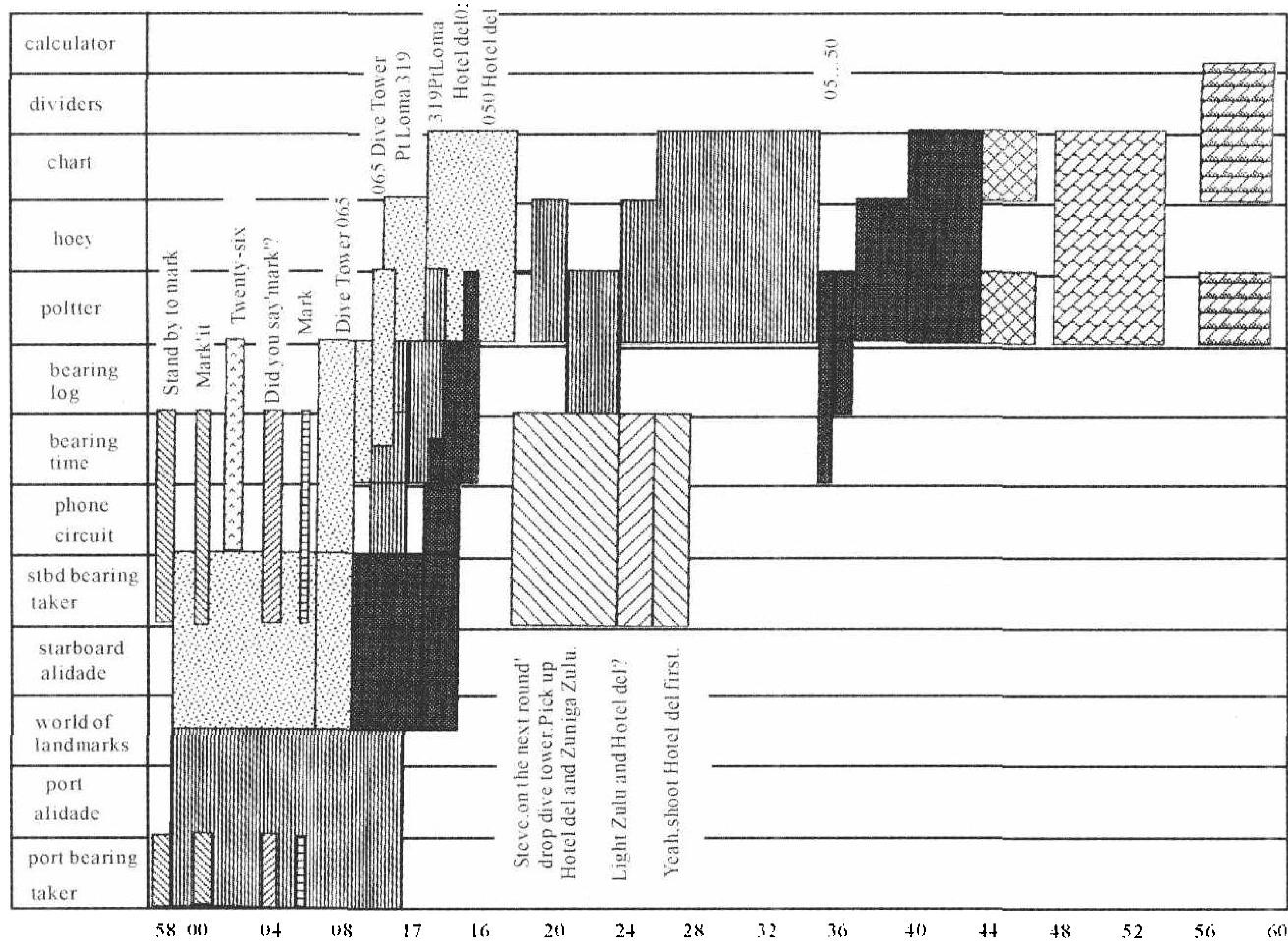



图 4.1　循环定位的行动轨迹。行动轨迹表明导航团队成员的协调行为中的暂时性关系。

"标记"信号时通过电话线路所提供的信号。当记录员传达"标记"信号时，回声测深仪操作员期望在"准备标记"与标记信号之间有 10 秒的时间间隔以报告水深。他顺从记录员然后在标记信号后马上重复报告深度。

188　"标记"信号同样使左舷操作员惊奇。在舰船抵达时，他们仍然可能在定位陆标并瞄准照准仪。在"标记"信号的 3.5 秒后，右舷罗盘操作员问道："你说'标记'了吗?"记录员简单重复"标记"信号(在 6 秒)。记录员此时任何多余的说明都可能会影响方位的确定。右舷罗盘操作员读出潜水塔的方位并报告出来(在 8 秒)。

当方位记录员将方位记录在导航日志的同时，他大声地读出方位使绘图员听到(在 10 秒)。同时，罗盘操作员在他的视阈内对准洛玛点，并在方位记录员正读出潜水塔的方位给绘图员的时候报告了洛玛点的方位(在 11 秒)。

从记录员处听到方位后，绘图员回答"OK"并调整量角器以重新确定方位(在 11～13 秒)。然后使量角器对准海图，并绘制出潜水塔的 LOP(在 13～18秒)。

就在绘图员使用量角器在海图上绘制潜水塔的 LOP 时，记录员大声读出了洛玛点的方位。由于绘图员已经对准并锁定了量角器，他不再需要处

理潜水塔方位的数字信号。听到洛玛点的方位报告可能并不会对调整量角器与海图的方向框架相协调的任务再产生影响。如果新方位被告知时绘图员仍在操作量角器,那么两个任务之间可能会产生一些破坏性的干扰。

当方位记录员重复洛玛点的方位时,右舷罗盘操作员报告了德尔科罗拉多旅馆的方位("德尔旅馆")。同样,说和听任务之间的交叠不会导致破坏性的干扰。当罗盘操作员读出新的陆标名称时,记录员也说出了先前陆标的名称。这些数字之间不会发生重叠。

当绘图员已经完成了潜水塔的 LOP 绘制后,他开始用量角器测量洛玛点。在他固定量角器于海图上的开始几秒,他可能会试图至少部分地报告方位。然而,在使用量角器 2 秒之后,他检查了方位日志并读取洛玛点的方位(在 21～24 秒)。然后返回刻度任务(在 24～26 秒),并使用量角器在海图上绘制 LOP(在 26～35 秒)。 189

同时,方位记录员指导右舷罗盘操作员改变记录员和绘图员已经在几秒内所确定的当下定位的陆标。

当绘图员仍在绘制洛玛点的 LOP 时,方位记录员完成了他对右舷操作员的指示。记录员看到绘图员已对洛玛点定位,他就从方位日志中读取了德尔旅馆的方位(在 35 秒)。绘图员在将方位设置成量角器状态之前已查看导航日志(在 37～40 秒),读出此时的方位(在 36 秒),并绘制 LOP(在 40～44秒)。

在绘制第三条 LOP 之后,绘图员标记出定位(在 44～47 秒)。然后继续进行航位推算(在 48～60 秒)。

这个例子阐明了循环定位过程中团队行为的一些有趣特征。

## 平行行为

团队成员行为的最显著特征是行为的平行。举例来说,在第 11 秒,罗盘操作员向记录员报告洛玛点方位,而同时记录员正把潜水塔的方位报告给绘图员。在同一时刻,右舷方位记录员用照准仪瞄准了德尔旅馆陆标。

这就是功能系统中许多媒介超越了个体行动者的界限而同时协调的典型例子。在第 3 章里,识别陆标、瞄准照准仪、读取方位、报告并记下方向都被描述为一种过程,该过程通过罗盘操作员而使一系列相互约束的媒介协调安排起来。在第 3 章中,同样可看到方位记录员记录方位怎样涉及复杂功能系统的建构。在两个船员的行为协调中,这两个功能系统被并入一个更大的功能性系统。而两个团队的成员,罗盘操作员和记录员,在同一个问题上共同合作。

该例子同样说明了单一个体的并列行为。方位记录员读出方位并同时听取他人的报告。行为之间如此交叠才不会产生破坏性干扰，尽管这之间的时间甚至只有十分之几秒的不同。记录员的话语和港口方位接收员的话语交叠如下：

190

记录员：065　潜水塔
左舷：　　　洛玛点 319

## 自下而上和自上而下过程

方位从照准仪到海图的传播是一个"自下而上"的信息过程。舰船与世界关系的表征被转化成一种象征形式并通过一系列媒介传播到海图上。在一个理想化的循环定位中，信息在循环的第一部分通过传感器自下而上传到中心表征；在下一部分，罗盘操作员收到指示测量特定陆标，信息由中心决策操作员自上而下传到传感器。大致的路线在图表 4.1 里显示以活动区域从左到右的向上斜面的形式来传递。该自上而下的行为模式在循环定位中更加不同。一旦方位已报告，记录员就会指示右舷操作员转向新的陆标。

对"准备标记"和"标记"信号也采用自上而下的信息模式。该例子阐明了系统中信息流动的一些潜在的复杂性。由于记录员行为的干扰，预期的标记信号在意料之外的时间出现。

其他自上而下的信息引导传感器通向外部世界中的目标。比如，记录员指导罗盘操作员："测量离你较远的末端。"而在另外情况下，绘图员要求记录员："先给我一个快速路线然后回到浮标区域。"

有些自上而下的信号需要关于到传感器能力的信息。在定位之前，记录员询问罗盘操作员："你能看到浮标吗?"在该定位期间，当罗盘操作员未报告时，记录员会询问："你还在那儿吗？发生了什么？伙计?"

自上而下的信息表现也回馈于传感器。当 LOP 在海图上形成牢固的三角时，记录员告知罗盘操作员："完美的定位，伙计！"当方位报告太慢，他便会斥责道："获取标记，伙计。"在海锚小分队的导航团队的操作中，所观测的自上而下的信号还包括对感知的重新校准。绘图员这样指示记录员："定位越来越开阔，告诉他们标注出舰船的前进方向。"标注前进方向意味着两个罗盘操作员同时报告通过回转仪所得的舰船真实方向。所报告的"航向"之间任何的差异都暗示着回旋仪一转发器系统的某个失误。绘图员的评论也是对收到的信息质量的抱怨，暗示着数据退化的来源(转发器未被校直)，同

191

时执行程序的说明将为假设提供一种检验。

## 人们的界面

人们的创造和任务的组织界面并不普遍存在。安德雷德(个体交往)已指出在学术界指派讨论领导者作为引导其他人进行特定阅读的界面。讨论领导者在会议中有一个等级、义务和某种特权,这由团体中的其他人员所给予。在船上,首席军需官有权力让某个人成为特定工作的界面。以功能主义的视角来看,导航团队是指挥官对于导航问题所确立的界面。尽管团队很少被视为一种媒介,但其以如此复杂的形式发挥着调节作用。

### 后台程序

任务界面的一个普通类型在计算机科学中称为后台程序。后台程序是一种代理,用以监控并等待某些特定条件。当出现触发情况时,后台程序就采取特定行动。

#### 安装一个限深探测器

在从岸边驶向天线刻度浮标的过程中,首席军需官理查兹指派史密斯在回声测深仪测定船下水深低于 20 英寻(120 英尺)时对其报告。这是信息一处理机制的社会化建构的例子。在该案例中,首席军需官重新整合导航团队以创建后台程序探测特殊情况,重新整合包括对短途海岸线的表征状态的建构。史密斯在回声测深仪岗位,专注于水深在回声测深仪曲线图 20 英寻标签线上的标记之间的关系。他的工作是探测特定的近似关系(水深指示在 20 英寻以上)并将其转换成符号信号传递给绘图员。 192

#### 持续方位

持续方位报告是建立一个更复杂的信息处理结构的很好例子,该结构用来检测单一的特定情况。在广阔的大海中,转向在特定的时间或当舰船已到达特定位置时完成。在受限水域里需要更高的精确度。出于这个目的,舰船方位被建构出来(参照第 3 章)。

当舰船接近转向方位时,绘图员将命令记录员告知罗盘操作员在恰当的位置观察转向方位的陆标,并对方位连续读数。这些方位没有记录于方位记录日志中,而是通过口头传达至绘图员处。通过将测绘工具对准陆标和口头传达的方位,绘图员可沿着航线以相对连续的方式移动舰船的抽象位置。由于航线以平均 100 码的距离标记,绘图员可轻松地确定并得出距离下一个转向的里程。

从抄本中摘录的即时转向时刻过程如下。(转向方位在北岛塔 192°的

方向。CIC Comm 是话务员，他的职责是在 CIC 的海图桌和绘图桌之间进行传递信息。参照图表 4.2 中该情形下舰船的位置。）

193

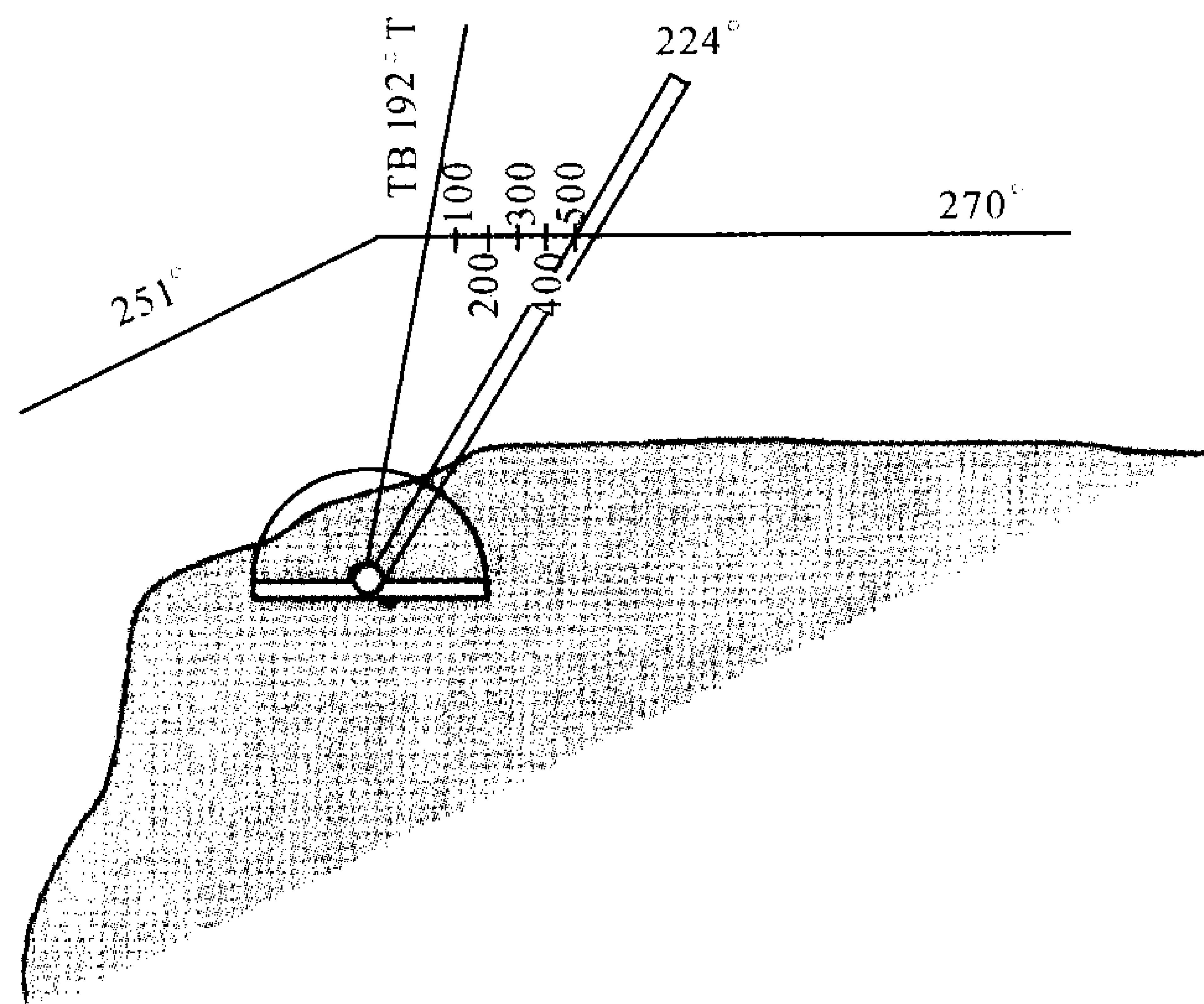



图 4.2　移动量角器轴与连续方位报告保持一致。该转向的转角方位在北岛塔 192°的方向。量角器对准海图之后，绘图员按住量角器底部并移动量角器轴到所报告的每个方位。这允许他脱离海图直接读出下个转向的距离。

绘图员：他在什么航线上？好的，持续方位如何了……

记录员：继续往北岛塔的方向。

绘图员：……在塔的方向上。

记录员：229…228…227…226…225…224…

绘图员：距离转向处 500 码。下一条航线是 251。

CIC Comm：航行维持在下个转向 500 码的位置。

OOD：很好。

绘图员：啊……看看如果我试试 8 节，或 8.5 节的船速如何。

CIC Comm：距离下个转向 420 码。

记录员：221…220…219…218…217…16…15…214…

绘图员：距离下个转向 300 码。下条航线是 251。

记录员：213。

CIC Comm：航行维持在300码。

记录员：212…211…210…209…208…

绘图员：距离下个转向200码。

记录员：207…206…205…204…203…202…20…

绘图员：距离下个转向100码。

CIC Comm：航行距离转向100码。 194

记录员：200…

绘图员：距离转向100码。

记录员：199…198…197…196…195…194…193…

绘图员：建议达到左侧251。

记录员：192…

OOD：方向舵左侧15度。驾驶航线251。

CIC COMM：方向舵左侧15度。改变航线251。

舵手：是，长官，改变航线251。方向舵左侧15度。航线251。

OOD：非常好。

记录员同样有权使用海图并在绘图员已经告知他开始持续方位之前清楚将采用哪个陆标。记录员要在罗盘操作员说出方位之前及时地大声说出方位。该过程中表征状态的转换从舰船和外部世界的关系，到罗盘操作员的状态，再到罗盘操作员说出方位，记录员记录方位的状态，到量角器和海图一致的状态，再到绘图员对OOD的建议声明，到开始转向都没有出现过中断。系统在海锚小分队的该转向中将四个个体和一套技术串成紧密相连的功能系统。这是一个暂时性的结构，在适当时间而非正常操作情况下，其使媒介与过程相协调以体现舰船与自然环境的关系。整个的功能系统围绕特定情况的探测而组织起来：即舰船向转向点的到达。

**缓冲存储器**

方位记录者和方位记录日志是信息缓冲存储器。它们使罗盘操作员的观察工作尽可能地保持同步，而绘图员的工作是在海图上绘制位置线，方位记录者和方位记录日志能够使这二者非同步操作。导航团队成员之间所做工作的步调有很大的出入。方位记录员的缓冲行为使系统的行动延缓，使得罗盘操作员的暂时约束不会干扰绘图员的暂时约束。方位记录日志同样是一种特殊的过滤器，其传递方位不需要传递代表方位的暂时特征。这种方式抑制了某些表征状况的传播。如果没有这一缓冲，罗盘操作员的报告 195 可能会干扰绘图员的绘图工作，或者可能会造成数据缺失，因为发送者和接

收者不能同时处理信息。

桥楼组通过罗盘操作员和方位记录员使用的声动力电话线路同舰船上的其他部分相连接。这些线路使驾驶桥楼同首楼、后舵室、战斗信息中心、信号驾驶台(此处安置瞭望台)以及舰船上其他地点相联系。电话接听员负责每一电话线路。舰船上的电话接听员同样起到信息缓冲的作用。当信息发送人员和接收人员没有超负荷时,双方可进行交流。举例来说,驾驶台电话接听员要在 OOD 的工作中停留片刻再传递信息给接收人员,而不是随意地说出任何一个已到达的信息。电话接听人员掌握信息直到有机会将信息置于驾驶台开展的行动中。从舰船的其他部门传递信息到驾驶台的人员不清楚什么时候是恰当的时刻来提供信息。但电话通信员则是一个熟练的缓冲器,他会利用自身关于对话次序的知识来决定什么时候传递信息。

该缓冲过程对 Perrow 所谓的系统的"松散接合"有很大的贡献。缓冲过程抑制了结果从系统的一个部分到另一部分的不受控制的传播,同时防止在同步的信息传递过程中产生破坏性的干扰。

## 交流与记忆

在循环定位的任何一个执行过程中,表征状态需要从罗盘物理地传递至方位记录日志再到海图上。在标准航行观察中,该情形需要从罗盘传递到导航员的记忆中,再从罗盘传输到方位记录表上。在海锚小分队,这种状态同样从罗盘传递到罗盘操作人员的脑海里,再通过交流技术传送到方位记录员的记忆里,最后再传达到方位记录表上。因此,单独条件下通过个体的记忆完成的工作被集体条件下的人与人之间的相互交流所取代。这并不奇怪。如果我们认为个体记忆是随时的自我交流,那么人与人的相互交流取代内心交流便是工作从个体行为趋向集体行为的必然结果。

196

举例来说,在标准航行观察中,军需官不得不记下从海图桌转移到罗盘的过程中哪个陆标已被选择。更具挑战性的是,军需官必须凭借记忆记住或记录下所观察的资料,以便通过回忆将其记录在方位日志里。海图和方位日志被保存在驾驶室,而罗盘则在船翼上。在完成第一次观察与在方位日志里记录方位这两个时间之间,军需官必须完成另外两次观察然后返回到海图桌。一些值班人员依靠对方位的口头重复练习来进行记忆。在这种情况下,只有编号被用来练习记忆,而不是记住数字和名称。名称与编号之间的对应分布在海图上完成。海图上的海岸线的位置有助于记下使方位被标记的陆标。关于这一点有如下问题:随后的方位有可能干扰之前的那些方位;在驾驶室里的谈话会充斥着毫不相关的数字,因此会有很大的干扰;

以及如果海图被用于消除陆标分布的模糊性来记下准确的方位编号，核对海图时检查错误的能力将大幅降低。其他军需官在观察每个方位时把方位草草记在一张纸上或手上。如果陆标偏离了舰船的左舷边，而且天气寒冷，军需官则必须走向船尾经由小岛的背部通道来靠近左舷方位盘，因为船长不允许在他椅子背后的门被打开。这意味着方位将保存在脑海中更长的时间，这引入了额外的认知需求。这是关于现实世界中任务执行的认知需求方式可能会被一些未意料的因素驱动的例子。

## 任务分配和设备布局

在工作环境中进行设备布局看上去可能是传统的非认知工程学的一个主题。然而，这是以通过社会的分布式认知系统建构的方式而解释的。任务环境的物理布局的意义属性的交互作用详细说明了获取信息的分布式渠道的可能性。例如，海图室里音响探测仪的位置远离桥楼，这让劳动力的分布成为必需，以满足海锚小分队的时间要求。在确定的设备地点，单个观测员不可能在给定时间内完成观测任务。实际上，设备位置的计算性结果可能以无预期的方式与舰船的其他操作交互作用。在标准航行观察中，个别军需官还要对导航的所有活动负责。在为定位作方位观测时，QMOW 必须移到船舷上去。右舷罗盘距离海图只有 10 英尺，很容易通过侧门到达。左舷罗盘离海图只有 30 英尺，在桥楼左舷一侧的门外。但是，在这艘特殊的船上，如果船长在桥楼上，用左舷罗盘来定位，离开海图桌的时间将有 1 分钟。如上所述，其原因是由于船长在桥楼上时，习惯关上椅子后面的门，为了接近左舷罗盘，舵手必须从船尾左舷一侧后面的通道上前行到达船舷及方位盘。在回到导航桥楼后，舵手再到上风舵和下风舵位置，看看他不在的时候操作和速度是否有什么改变。 197

军需官理查兹认为，海图桌上有重发工具将会很有用。速度日志重发器将尤为有用。在海锚小分队，QMOW 通过注意指挥官发给上风舵手和下风舵手的信号来追踪航速和航向的变化。实际上，这并非总能做到。QMOW 可以通过设备得到速度和航向，但是设备的位置却有点麻烦。它们的布局使 QMOW 不得不离开附近的海图去获取信息。标准回旋仪在方向罗盘箱里，而速度显示仪器在前方桥楼的左舷一侧，船长的椅子前面。这些对导航团队的信息处理特征有重要的影响。 198

## 行为的连续控制

俄罗斯有一个传说，普林斯·波德姆金(Prince Potemkin)曾组织了一

支乐队，每个乐手都有一个喇叭，并且每个喇叭只能发出一个调子，演奏一段乐曲，“乐手们必须有高超的技能使所有乐器同时表演，把各自的调子融入到交响乐中。”在波德姆金（Potemkin）乐队中演奏显然是极度困难的协调任务。连续控制通过让乐手们掌握整个计划及自己的演出来实施。

程序是一种连续的限制，能够执行已启动的操作，而不会阻止其他未执行的操作。一个任务如果没有连续限制的技术，可能会实现得“一团糟”。在这样的计划中，活动代理之间没有交流，只有对共享环境的作用。每个代理只有在遇到能起作用的问题时才开始采取行动。

程序就是能够执行已启动的操作，而不会阻止其他未执行的操作的一种连续的限制。当有连续的限制时，最好对行动的后果也进行控制。

连续限制程序的执行可能需要计划和回溯。比如，穿衣服就是一种连续限制，因为没有穿袜子和鞋子的时候，先穿上鞋子会阻碍穿袜子。正常穿衣服的操作过程的后果包含了对穿鞋子和袜子的连续限制。

任务是否连续限制取决于任务的表征和任务的形式属性。张（1992）用具体物理规律体现了连续的限制，来说明海瑙塔（Hanoi）的同构连续限制可以改变。比如，在这样一个难题中，把小的碟片放在大的上面违反连续限制规则。在张的咖啡杯演示中，通过在大的杯子上放小的，同样的运动被执行了——导致了咖啡溢出。这就是将连续限制施加于游戏参与者行为的一些方式，因而减少了对支持计划和回溯后果限制进行回忆的要求。

199

将连续的限制转变为连续的非限制的一项普遍技术就是控制多种操作的启动条件。简单的规则即“超越一切能阻止正常操作的启动”。这可以通过联结而完成。比如很多汽车，除非变速器在停车挡或空挡，否则马达将不会转动。这是对引擎启动程序的连续限制的机制强化。

**作为生产系统的导航团队**

连续的非限制程序可以很容易地分布，或是建立于联系松散的系统。连续限制的任务要求被实施行为之间相互协调。有很多的方式来实现这种协调。在手稿、乐谱或者一个整体计划中详细说明所有行为模式是一个对连续出现的问题的明显的解决方法。由于在循环定位中有很多的连续限制，可能会使人认为循环定位是根据所采取的连续行动的储备计划或图纸而开展。

实际上，在系统中没有全局的图纸和计划时，团队以适当的连续动作来组织行为完全可能。只要每个海员在环境的特定情况产生时知道该做什么即可。通过检查导航团队成员的责任描述显示许多具体的责任都以“当出现 Y 的时候去做 X”的方式给出。以下是这些程序的一些例子：

a. 测试水深并按要求发到桥楼。

b. 每次在桥楼收到水深信号时，记录时间和水深。

c. 测定和报告记录员指定对象的方位以及每次记录员发出指令的时间。

这些和其他的指示说明导航团队可以由一系列代理而构造，每个人都可以观测环境，并在一定的触发条件出现时对环境作出反应。不用表征系统的全部模式，连锁的局部程序就能产生全部的观测模式。 200

每个参与者都知道如何协调自己的行为与技术，以及与其他相关人员的关系。罗盘操作员知道调整报告的顺序，并在给出"标记"信号时确定和报告方位。记录员知道在做标记前报告"准备标记"，然后说"标记"，并参与和记录定位。绘图员知道如何绘制记录的方位来得到位置，再去规划航位投射位置，并选择新的陆标。测绘员的责任要比其他成员更多，包括在更大的程序上的延伸，但是即便这样，也不能等同于完成整个循环。整个工作流程来自人与人之间、人与设备之间的交互行为。团队活动的结构由一系列的当下计算而决定，而非对整体计划的执行。在分布式的情境中，一系列同时存在的社会一计算性附属物被建立。这些附属物形成了团队行为的模式。等待方位的绘制员的存在表明了系统成员如何进行方位确定。同时存在的附属物并不存在于单独的行为中。

当问题的本质被视为人机协作时，许多组织行为将从执行者处转移，并交付给所协同的对象或系统的结构。这就是所谓的协作：由其他系统限制个人行为的方式而建立。这很容易从记录员对腕表的使用中看出。也许通过复杂的脚趾轻击或数数的方法，记录员可为循环定位的执行和航位推测法提供通用的计数方式，但这并不现实。人类已经找到的能够圆满完成任务的唯一方法是引入能提供即时测量的仪器，然后使系统行为与测量仪器相协调。系统和观测仪器的协调由记录员和观测活动，以及其他人员与记录员的协调决定。记录员和观测活动的协调要求他做到：(1)保持警惕的观测以及(2)检验何时开始下一次循环。其次，他必须(1)有一个程序来决定(或回忆起)下一次循环开始的时间，以及(2)确定时间点到达的方法。这个任务的几个部分都需要一些认知活动，而不是复杂的推理。 201

然而，值得注意的是，团队成员参与了比最低要求更多的大量的认知活动。各类行动者对特殊任务的具体要求有所知晓，也能预测到在已有概念的基础上可能导致的各种特殊类型的错误。记录员与观测活动协调时，缺乏警惕是因为其他任务一定程度上导致他错过了标记。绘图员和记录员处

在相同的物理环境中，他显然有时会多余地参与任务，并可以观察到他会发表评论："不是该开始下一轮了吗？"

协调问题远非标准观察军需官在标准航行观察结构中单独工作那么简单。其中，任务执行者不仅要与每个设备协调，而且要与其他活动相协调。在海锚小分队，这一稍晚出现的高一级水平的协调通过分布式情境下的社会协调来完成。最终由人员参与者提供，但认知的途径不仅仅被分布，而且由于分布而缩短。原因在于：思考一下记录员与罗盘操作员之间的关系。记录员将他的活动和腕表的表示相协调，也就是说他代表了他自己对这一外部设备进行控制行为的某些方面。现在，罗盘操作员让自己的行为与记录员（计时）的行为协调。他在等待"标记"信号以读取方位。他也代表了控制自己对记录员的行为的某些方面。他的行为由两种协调活动细致并充裕地约束着。他获得了"标记"信号并开始和照准仪协调——就与世界的关系而言，协调了他（以及通过他、整个系统）与舰船环境的特殊方面的关系。当记录员读取方位的时候，他让自己的行为（记录）与罗盘操作员相协调。当他准备（可能同时）记录方位时，他的其他活动也正在进行中。

202

单独行为中的协调问题关涉到对角色转变的控制，初始协调需要通过所需的连续步骤来移动。在思考单独行为时，执行功能的显著作用才能凸显出来。这是可以被期待的，因为就个体观点而言，单独行动中的任务被连续限制着，并以分布行为中的团队成员所面对的标准任务并不受限制的方式进行。当然在分布式形式中仍然存在连续的限制，但比标准航行观察所需满足的连续限制少。在任务的执行过程中，我们发现兴趣的连续冲突以及协调状况的协商。

军需官们自己形成了协调的结构模式，把信息从一个设备转移至另一设备。人就是将系统硬件粘在一起的胶水。舰船在地球上的位置与在海图上的定位是怎样的关系？正式的关系即一种空间上的对应，非正式的关系就是人类组织的关系。在该处，每个观测者的行为都由他人约束，而这些他人又被技术表征的意义状态约束着。程序的连续限制部分由问题的表征所决定，这限制了程序执行的社会安排的领域。也就是说，他们详细描述了合作的任务，而这必须由工作的社会组织来解决。

**社会结构和目标结构**

海锚小分队的劳动力分布创建了对目标的注意力的分布，比如在完成任务前系统不会中断。假设存在图 4.3a 中目标树形图所描绘的问题。树形图中参与到实际问题的个人有时在完成低层次的目标之后，因为看不见更高层次的目标而停止。这是标准航行观察中每个单独的观察员都要面对的

问题:在获取方位后该做什么？假设现在有一个团队而不是个别的观测者，203 让每个成员履行的责任是完成一个主要目标以及主要目标的次级目标。团队成员的责任区域在图 4.3b 目标树形图上。代理之间的社会结构满足这样的条件:只有上级认定了下级的任务完成,下级才能停止。如代理 A2 只有在 A1 认定次级目标 SG1 已经满足时才能停止。每个代理只对目标等级中的次级部分负责,高层次的目标不是个人的问题。该结构通过社会关系的网络实现计算控制。当一个问题有一个深度嵌套的目标结构时,社会等级制度能为目标结构的不同部分的注意力提供分布的机制。

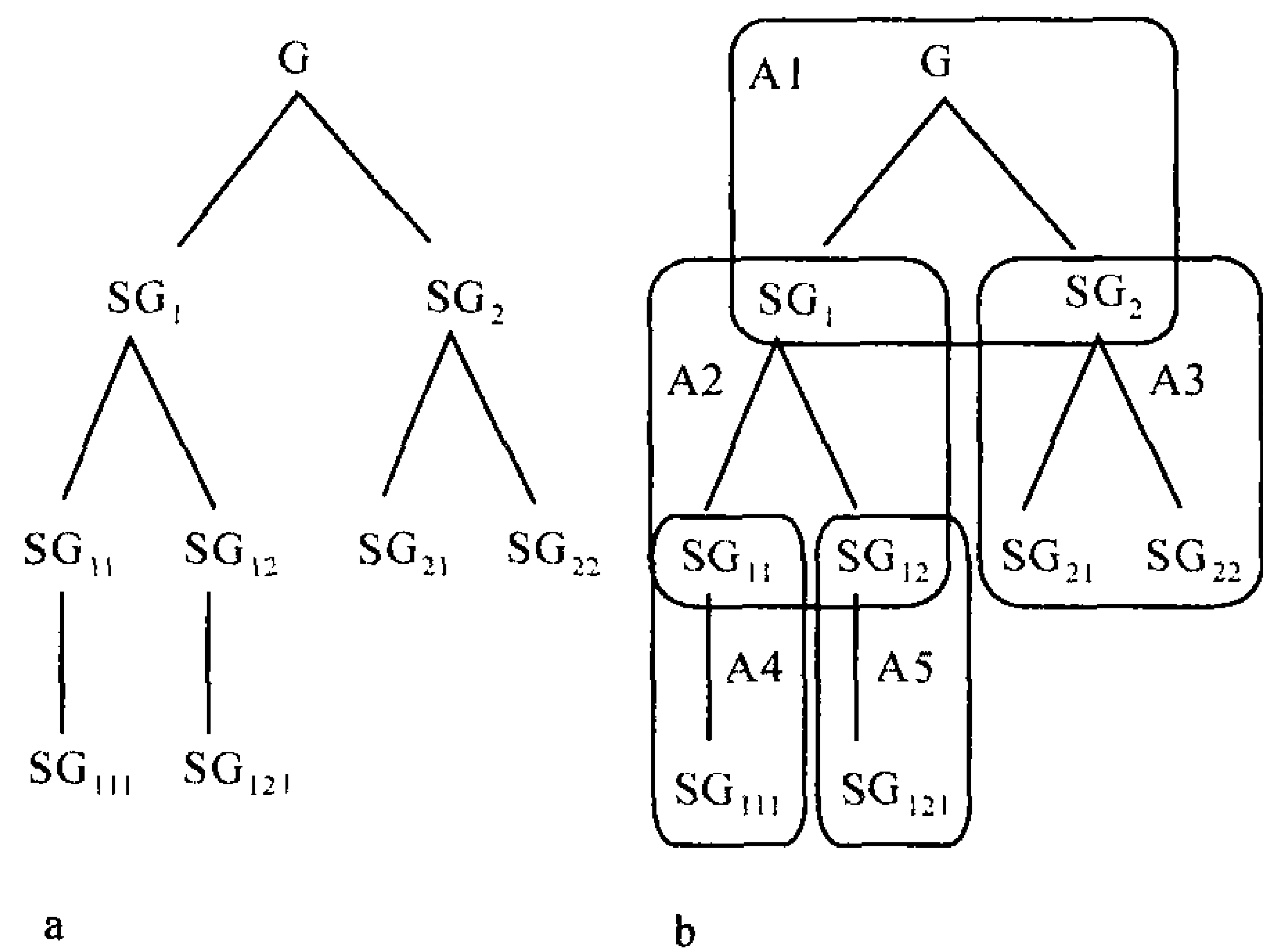



图 4.3　达到目标的目标层级和责任分布。图形 a 所示的达到目标的责任可以以社会从属提供控制结构的方式分配给代理(图形 b 中的环绕图形)。

在行为的连续限制这一问题的解决过程中,社会结构和问题的描述都和目标结构发生了交互行为。这包含了社会的分布式认知系统的计算性特征,并且不能被排除在人类认知的理解范围之外,因为它正是在该系统中呈现出来的。

计算性附属物和社会组织间的适应是系统的一个重要特征。我们可能想到这样的情境:高一级为低一级的个体提供输入,后者整合信息并作出决定。这是社会组织与计算性附属物之间的特殊关系。搜集和提供信息对决策支持而言是低层次的工作,整合信息并作出决定是高层次工作。当然也 204 有例外,有些关系比其他的更行得通。但是总而言之,目标在高级别的个体手中——掌握目标者,在文化意义上是高级别的。

## 4.3 海锚小分队的正横方位

导航团队成员通常想当然地认为，他们自己连续有序的行为是彼此相协调的。事实上行动连续有序的完成并非易事，尤其是任务没有建立在社会或物质的结构上的时候，比如正横方位(Beam Bearings)的例子。舰船的横梁与龙骨的方向垂直，所以陆标方位到船舷位置的距离被称为正横方位，而非距离船头或船尾的位置。船员要决定观测哪些陆标，以及观测的先后顺序。为了达到观测的效果，他们必须尽可能地同时观测这些陆标，这样因为观测的延时而导致的不必要后果可以被最小化。首先要观测那些角距离变化最快的陆标，然后是那些方位变化最慢的陆标。

### 为什么有些方位变化得更加频繁

方位变化频率取决于两方面：(1)垂直于物体间连线的相对矢量速度 **v**；(2)目标之间的距离 **d**。因此，$dB/dt=\mathbf{v}/\mathbf{t}$。与舰船等距离的目标到船舷而非到船头船尾的距离会快速地改变。因为几乎目标的所有这些相对于舰船的矢量都将会垂直于舰船和目标间的连线。但这不是唯一的考虑，因为近205 处目标比远处目标方位改变得更快。距离和相对方位影响了定位变化的速度，而且观测时间影响了观测中错误的大小。因此军需官必须快速、有序地确定方位。

### 正横方位影响的例子

超过 10 节的速度的舰船将在 3 分钟内航行 1000 码的距离。假设距离横梁 1000 码的方位可以在 10 秒钟内被观测到，这对测绘有什么影响？在 10 秒内舰船已经航行了 55 码，所以陆标方位定义的 LOP 比原来的点再沿着轨迹远 55 码(图 4.4)。所有舰船向前的动作都被正横方位观测所获得。由于这一原因，正横方位也被称为速度线。想象一下船头或船尾的方位。舰船在 10 秒内同样移动了 55 码，而舰船头尾到陆标的方向几乎没有改变。垂直于彼此间连线的这些物体的相对运动很小，所以方位改变的速率也很206 小，从而减少了观测延时而导致的错误。

### 拇指法则

几何学的要求在“先确定正横方位”规则中得到体现。该规则忽略了陆

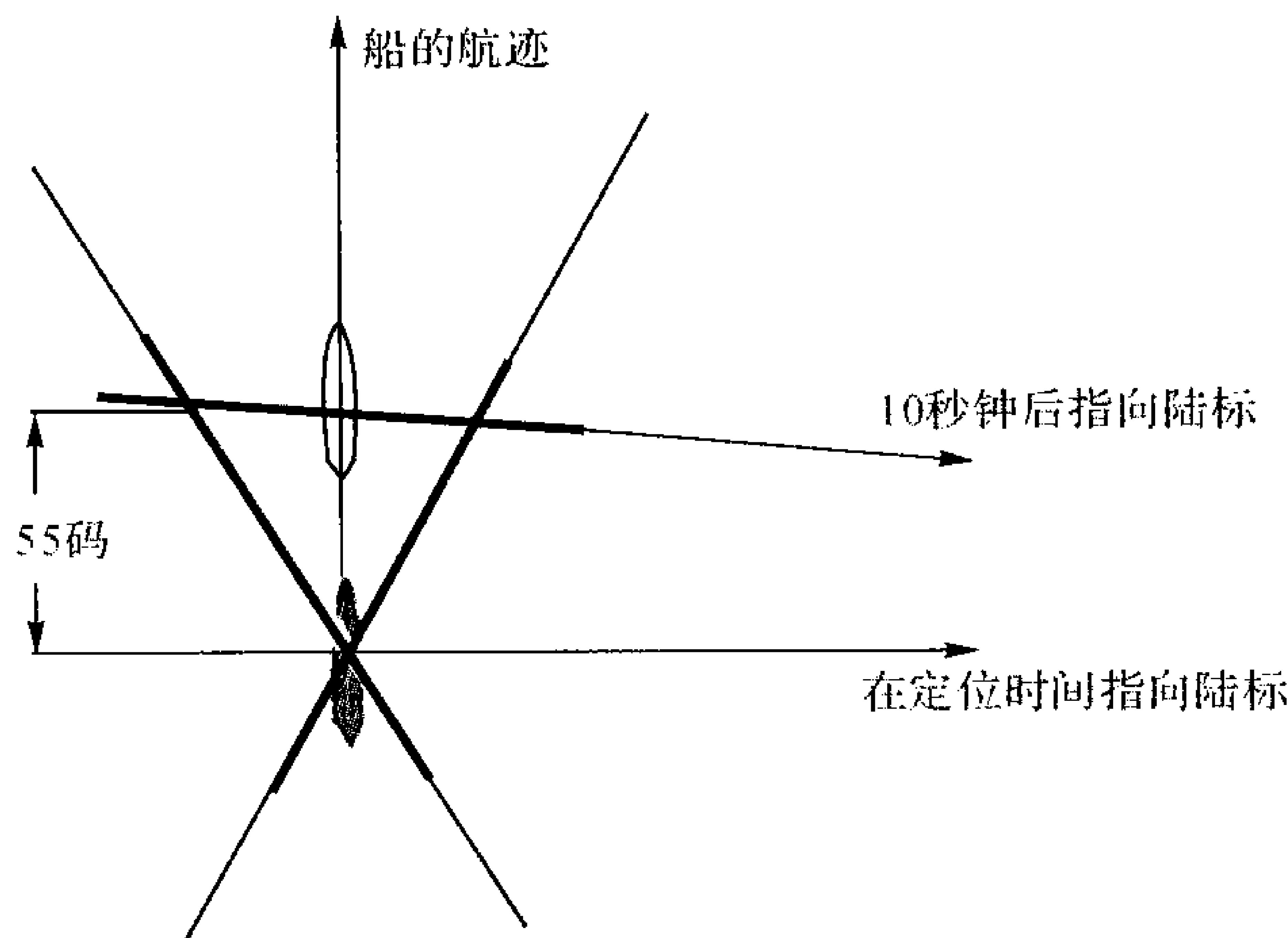



图 4.4　后一正横方位的影响。粗线条表示真正在海图上绘制定位的方位线部分。暗的部分描述了在定位时间舰船的地点。亮的部分描述了定位时间 10 秒钟后的舰船所在地。

标到舰船的距离,原则上距离是重要的因素,但在实践中则不然。当舰船在河道内航行时,程序变得更加关键。在这时到正横方位与到舰船的距离差别不大。而且,用以达到区分物体距离效果的测量和计算比起忽略该效果引起的错误会更加严重地扰乱测绘程序。因此"先确定正横方位"是连续观测的最好拇指法则。

## 团队配置

在标准航行观察的情境中运用"先确定正横方位"的规则很简单。方位必须被连续观测,并且首先要观测最平衡的方位。在海锚小分队,两位舵手在确定三个方位时平行工作。一个舵手确定了两个方位,另外一个舵手只确定了一个方位。舵手们该如何连续进行他们的活动以达到最好效果的定位呢?

发现一个执行连续限制任务的程序对船员来说是一个不平常的问题。始终要知道的是,左舷舵手不可能看见指定给右舷舵手的陆标,反之亦然。相反方向的舵手看不见在舰船另一侧的正横方位,因此没有哪个舵手能看清并确定谁已经有了正确的正横方位。方位间的方向性关系容易在海图上想象,但连续的观察将会对本已经忙碌的方位记录施加额外的压力。了解船员平时如何对付该问题后,提出正确的纠正方法十分必要。如果运行程序的基本要素的顺序使陆标的观测延误了,连续的观测将会导致多种结果。

207 方位记录员的工作是有限的来源，因为在这个程序中他每次只能完成一个方位报告。假设右舷舵手已经有一个待确定的陆标，而且是在正横方向上的。而左舷舵手有两个，但不如右舷舵手那样接近正横方向。图 4.5 说明了这个情况。

如果从先得到最正横方位的舵手开始，这意味着需要确定并报告，然后图 4.5 显示的连续行动将会产生结果(图仅说明完成的相对时间)。图 4.5 提出的解决方法模拟了由单个观测者完成的行动结构。这没能利用可能由两个舵手完成的活动的并行性。

两位舵手可在听到“标记”信号后立即观测方位。如果每位舵手在观测到指定方位的最平衡点后，仍然首先确定正横方位，那么图 4.5 所显示的连续的行动将会出现。右舷舵手报告正横方位时，左舷舵手必须等待。因为方位记录员每次只能接听一个报告。这对于先前的解决方法已经是一个进步了，因为相同行动的数量已经压缩到了更短的时间内。因此观测延时而导致的错误的等级也降低了。尤其是左舷舵手报告的第一个方位由“标记”信号方式获得，而不是在右舷舵手确定和报告方位之后。然后第二个由左舷舵手观测到的方位更早地产生了行动的循环。这利用了两个舵手完成活动的并行性优点。

208 只要认识到方位观测和报告都能进行程序性的分离，就可以实现更远的目标。计算限制存在于观测的次序和时间之中。正横方位必须在非平衡方位之前被确定，然后为了及时获得“标记”信号，必须尽可能近距离地进行三个观测。而在观测报告中没有相似的限制。至于定位质量，只要三个方位准确，它们就可以以任何一种顺序被报告——正横方位可以是第一个，可是第二个，也可是最后一个。为了充分利用平行行为的优势，在团队构造中需要两条准则：(1)罗盘操作员要在陆标信号分布给他时立即投射陆标的方位；(2)罗盘操作员要投射并报告两个方位，而他应该做的是先报告方位。这两条准则的应用就形成了如图 4.5 所示的图表。

## 关于正横方位的结构

209 当用图表解释图 4.5 时，相应的行为模式相当明显。然而，当导航团队成员试图努力执行自己的任务时，如此适合于单一任务操作情形的“拇指法则”应用于集体环境时则很有问题。所有团队成员最终要知道并理解该准则，但要他们试图运用该准则来及时调整自身的行为却很少成功。其原因是正横方位优先这一指示在团队成员间的传达。在最简单的情形中，联系的指示来自在海图桌工作的人员。

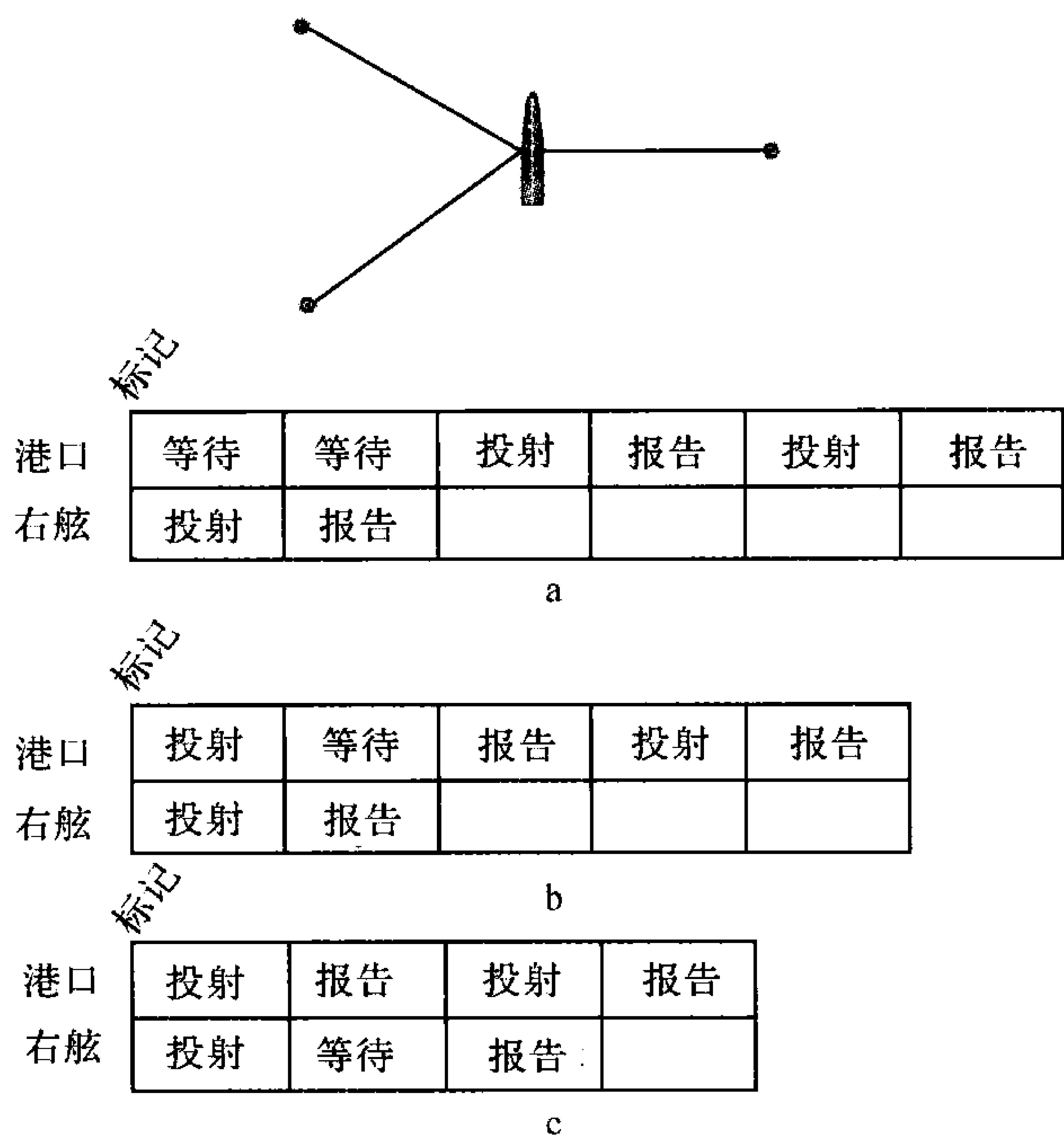



图 4.5　协调罗盘操作员的行为。通过左舷的两个陆标和右舷的一个陆标，罗盘操作员可以把自身的行为组织成几种不同的顺序。(a)无交叠的行为；定位和报告行为相连；首先报告正横方位。(b)交叠观察(正横方位投射到陆标上)；首先报告正横方位。(c)交叠观察(正横方位投射到陆标上)；罗盘操作员最先报告两个陆标。

**实例 1**

陆标是德尔旅馆、潜水塔和洛玛点。舰船从海港驶出，在 1SD 海峡纪念碑的西面。舰船的航线是 270 度，因此正横方位是 360 度和 180 度。碰巧的是，右舷罗盘操作员的名字叫马克。接下来是这一过程的开始：

> 记录员：准备标记德尔旅馆、潜水塔和洛玛点。
> 绘图员：告诉马克先标记洛玛点。在他的正横方位上。
> 记录员：马克，先标记洛玛点。优先标记正横方位。
> SW：洛玛点 359。

在这个例子中，规则的行使贯穿于有关收集观察资料的命令的指示中，从方位记录员到罗盘操作员。这个例子没有问题，但为罗盘操作员制造机

210 会去领会洛玛点是正横方位的一个范例，并可能将该范例的意义增加到他的知识中。因此这也是语言社会化的一个例子。

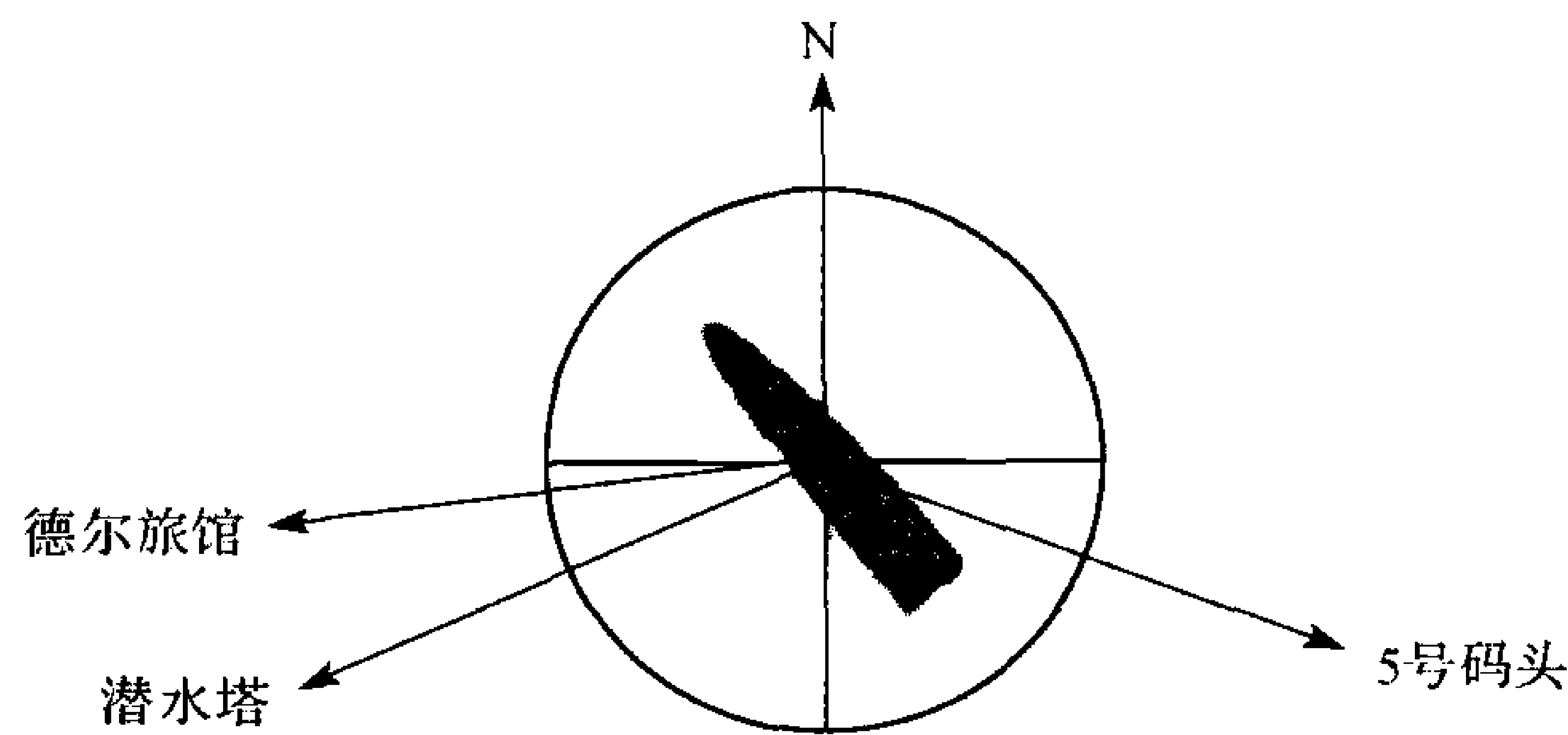



图 4.6 实例 2 的情境

**实例 2**

在该例子中，记录员选择两个靠近横梁同侧的陆标。因而 LOP 并未集中成紧密相连的三角方位线。绘图员设法给记录员分析 LOP 的延伸。舰船的航线是 324 度。正横方位是 054 和 234。陆标为 5 号码头 122 度，潜水塔 244 度，德尔旅馆 267 度。（参照图 4.6）

绘图员：看，原因是……你看到延伸了，啊，这些（德尔旅馆和潜水塔）都离横梁很近。

记录员：是的。

绘图员：对。它们都靠近横梁。它们将要……我的意思是，除非他能非常非常快的确定，否则即使是 10 节的速度也会离开，这你知道。在读到 10 节的速度期间它正向前进。

记录员：是的。

绘图员：因为它们都如此，如此的接近横梁。

记录员：是的。

绘图员：这就是原因所在。

记录员所做的工作中存在两个潜在问题。绘图员详细解说了其中一个。由于左舷罗盘操作员所投射的两个方向都接近横梁，因此无论他首先投射哪个方向，另一个都会在他投射时变化。第二个问题是这两个方向互211 相交叉不超过 30 度浅角，因此观察的微小失误都会大大改变交叉点。

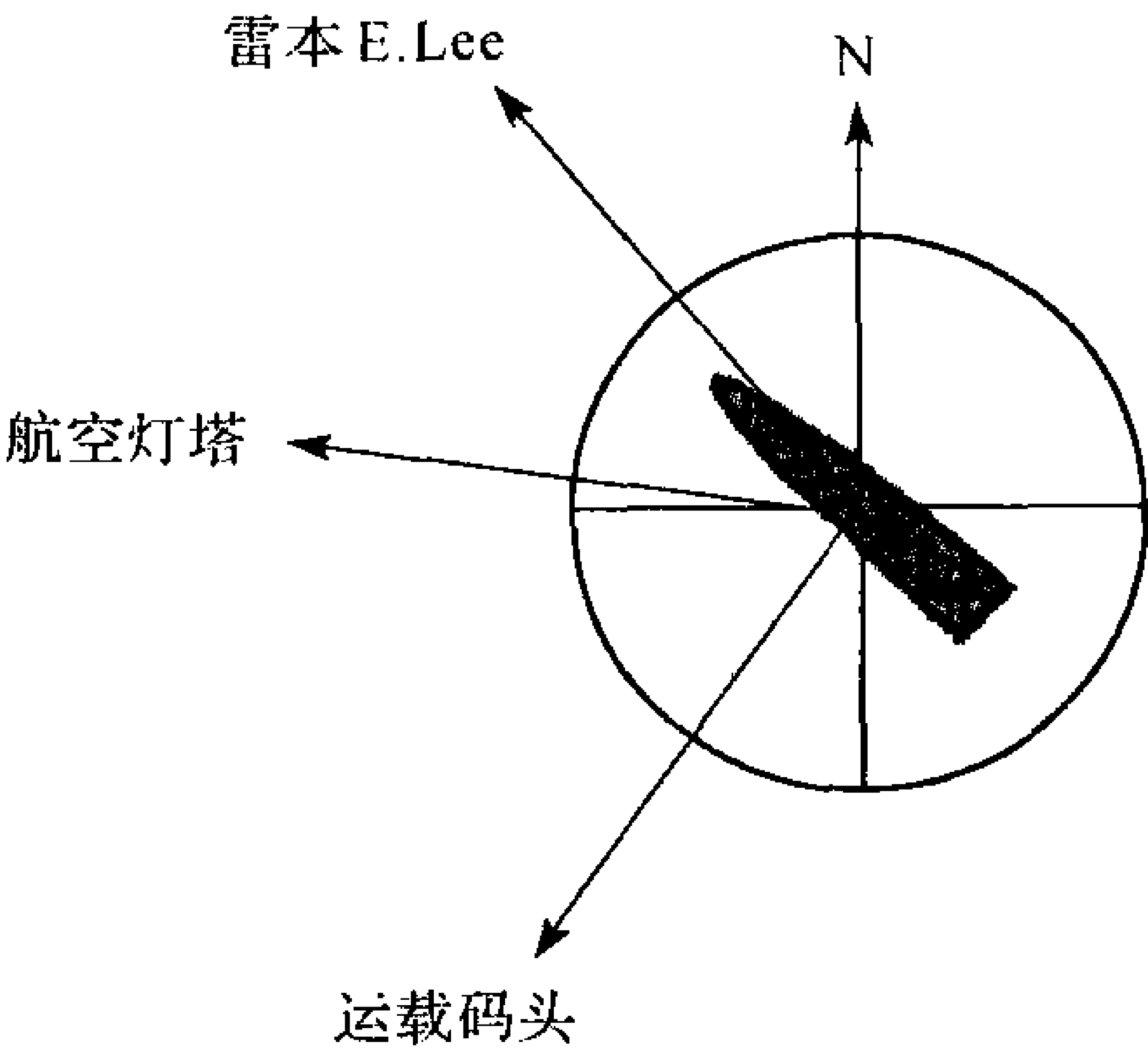



图 4.7 实例 3 的情境

**实例 3**

正横方位(运载码头)是最后一个观察方位。绘图员和记录员相互讨论着最后投射的正横方位的影响,记录员告诉罗盘操作员首先投射正横方位。航线:309 度。正横方位:039 和 219。陆标:雷本 E. Lee 328 度,航空灯塔 281 度,运载码头 210 度。(参照图 4.7)

记录员(对绘图员说):那是下一方位。

绘图员:是的,看,他必须记住这个。你的正横方位必须首先投射。告诉这些伙计他们到底在做什么。

记录员:我已经在告诉他们了。

绘图员:好的,告诉他们。好,他已经一个人先走到横梁了。

记录员:好的。

绘图员:因为那个改变得很快。

记录员(对罗盘操作员):好,伙计。记得先投射正横方位。

在最后的时段罗盘操作员与记录员之间的交流明显少于绘图员与记录员之间的交流。绘图员和记录员也共享海图,且这是一个非常易于交流的资源。当绘图员谈到"这些广阔的定位"时他所指向的是地图上的方位三角关系。罗盘操作员由于电话线路的原因而从该情景中分离出来。首先投射正横方位的建议是对他们的唯一指示。 212

下一个例子提出了一种可能性,罗盘操作员不知如何弄清楚他们被告

知的是什么，而且没有办法可帮助他们把建议应用到实际行动中。

**实例 4**

第四个例子是有关策略的最完整和最复杂的交互行为，以安排罗盘操作员的行动次序。由于该例子的规模和复杂性，我用注解把全部内容分成各个段章来说明。它由左舷罗盘操作员(SW)的一个问题开始。

SW：我探测到两个点。我先给你远的那个点，然后近的？

记录员：哦，好的。

SW：我探测到了两个点，是吗？

记录员：无论哪一个靠近横梁，先投射横梁。靠近船侧的那个点。嗯，你探测到了两个点。

SW：那么我先投射远的那个点，然后是近的点。

记录员：如果你探测到了三个点，就先投射中间那个点，然后是远的，最后是近的点。如果你只探测到两个点，先远后近。

SW：如果你得到……(被左翼罗盘操作员打断)

记录员：好，仅仅是个提醒。你始终先投射正横方位。如果你探测到三个点，你最好投射那个……(左翼罗盘操作员说道)

记录员：如果你只探测到两个点，只要投射前面的和后面的就可以了。

绘图员：啊？

记录员：我试图解释该先投射哪个。首先的是正横方位。

绘图员：横梁，然后是前面的和后面的。

记录员：先远后近。如果他探测到两个点，他要先投射远的点然后是近的点。(记录员用听筒和左翼罗盘操作员谈话)

213

右舷罗盘操作员最先投射最远距离陆标的原因无人能知。该指示来自记录员，“若探测到两个点，那么先远后近”，若后面的点比前面的更接近横梁，该指示就会导致错误的顺序。这里的难点是通过一个广泛范围中的陆标的可能构造来说明拇指准则的意义。听到这个交流之后，绘图员便到右翼去告诉右舷罗盘操作员。(在接下来的交谈中，REFTRA 提到即将需要进行的检查，其中所有成员的举动都将处在评估组的观察之下。)

绘图员：记住，船翼上的人要做的一件事是，不管你在不在船翼上，REFTRA 的人都会监视，并且会把你们都当成是在内部的……任何一

个人都可以到那里。如果他们看到……如果谁知道将要做下一个循环，就要说，看，这非常……你可以说出你所知道的。如果他知道他将要探测到正横方位，他要说完"好，下一轮我要你去……"那个人可以看到他将探测到正横方位，然后告诉其他人"我已经探测到正横方位"，就是这样了……

SW：横梁？在哪里？是在那儿吗？

绘图员：在那儿（用手进行示范）。横梁在那儿和那儿之间。横梁是……改变最快。沿着船身的右侧。即使它不在那，它是方位……

SW：哦。

绘图员：……那是变化最大的。好。那个是你的速度线。应该是最先出来的一条线，然后另一个人进一步向前投射，或者，你知道的，他可以直接去投射。但始终要最先投射横梁。如果一个人已经探测到正横方位，另一个人就不能看到你所看到的。就像你不能看到他的一样。如果你探测到正横方位，就说"嘿，我探测到正横方位"。像那样，他就会停止讲话……

SW：但是你不可能……

绘图员：……来让你说出横梁。

SW：在穿过海峡时，也可以获取正横方位。 214

绘图员：当然，你可以的。

SW：你可以，呀，但是不……

绘图员：但这不是常见的，因为从一个人传到另一个，他并不能说出正确的信息。

在这场会话中，很明显，罗盘操作员并不完全清楚"正横方位"的含义。于是绘图员向他描述，并附加地说明正横方位的额外特征（比如，"改变最快"和"速度线"），对于绘图员来说，这些是概念性的显著特征，但对于罗盘操作员来说可能毫无意义，绘图员正试图指出如何识别正横方位。在罗盘操作员如何协调他们行为的顺序的描述中，绘图员把对方向的观察与对方向的报告联系在一起。这很重要，因为观察和报告必须联合起来才能形成一个更为有效的程序。

**实例 5**

随后在同一个人口，舰船归航，航线：345°，正横方位：075°和 255°。陆标：左舷，洛玛点 335°；右舷，潜水塔 045°和德尔旅馆 032°（参照图 4.8）。在以下的交流中任何参与者所提到的"先开始"意味着什么还不清楚。

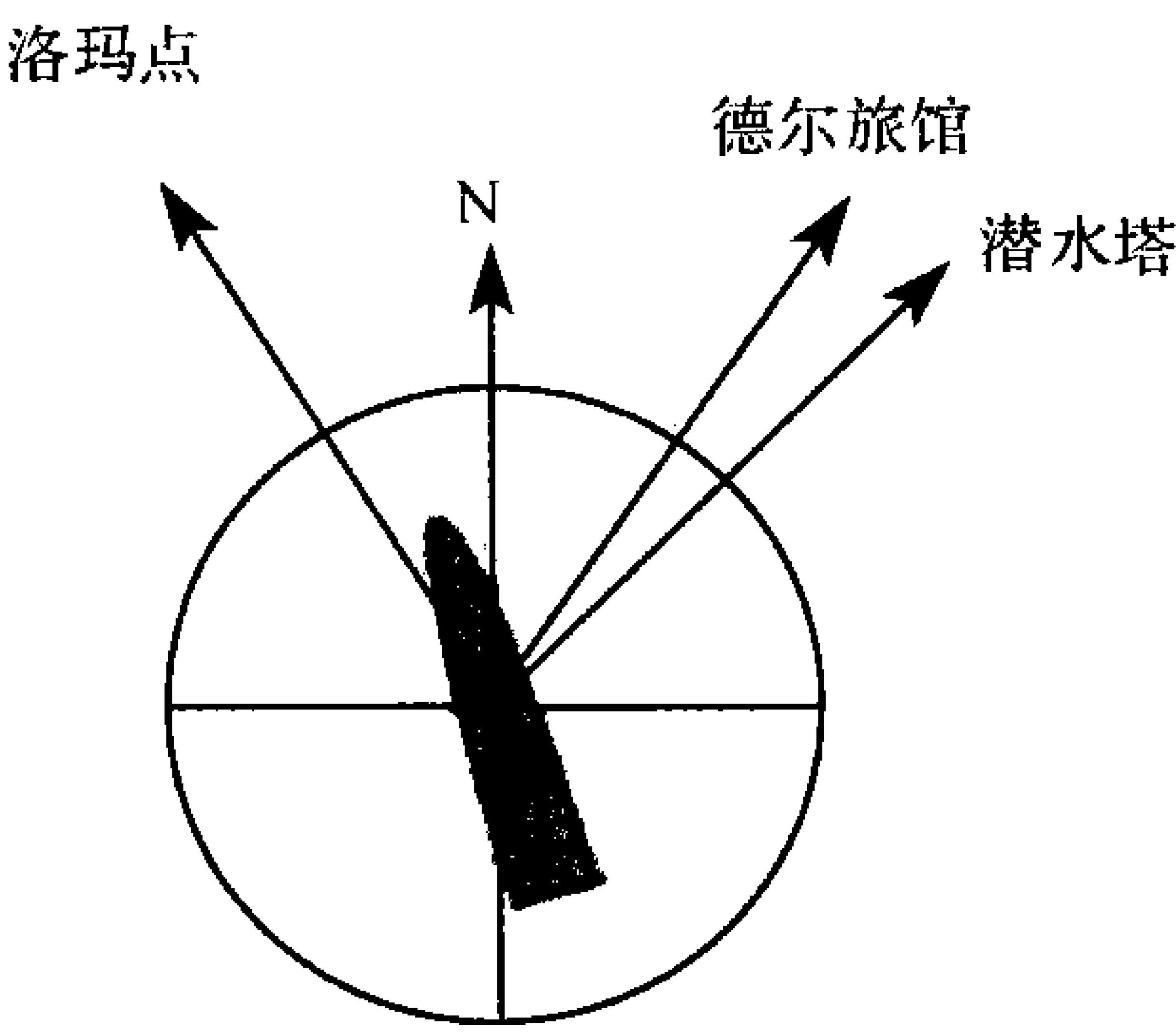



图 4.8　实例 5 的情境

SW：如果我探测到两个点而他只有一个，难道他不应该让我先执行任务吗？

215　记录员：啊，现在实在没什么必要。

SW：没必要？

（在与 CIC 的交谈中 S 看起来没有时间去解释 SW 的疑问。）

对右舷罗盘操作员疑问的回答应该很明确"是的"。记录员的回答可能会使右舷罗盘操作员陷入混乱。记录员给予"没必要"的回答是想说明在那个时刻他不希望或没时间去介入方位接收员的工作。不幸的是，这种对话式的转移同样有一个实质性的解释：陆标的数量与报告方位的顺序不相关。在该例子中，右舷罗盘操作员须首先观察潜水塔（先于观察德尔旅馆，因为潜水塔更远），并且应该优先报告（先于左舷罗盘操作员，因为左舷罗盘操作员只有一个方向可以报告）。这两个"先于"的意义不同，就像两个相对排序的原因一样。然而，在任何情况下，右舷罗盘操作员都应该先执行任务。

**实例 6**

航线：35°。正横方位：083°和 263°。陆标：左舷，洛玛点 327°；右舷，潜水塔 058°和德尔旅馆 044°（参照图 4.9）。在这个顺序中记录员要求将投射与报告相联系。

216　SW：约翰？

记录员：嗯！

SW：潜水塔不正好在横梁的位置吗？

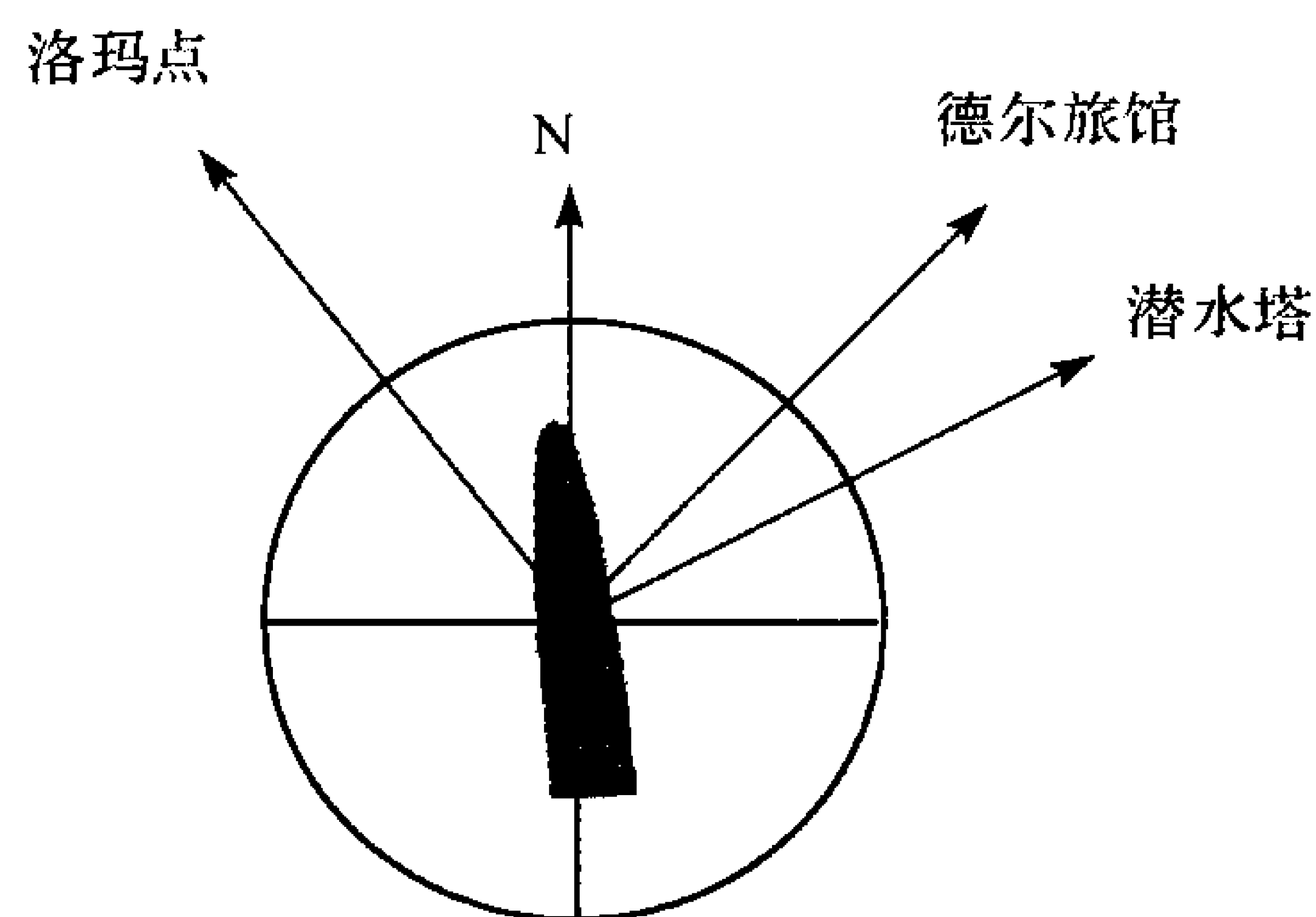



图 4.9　实例 6 的情境

记录员：再说一遍？

SW：潜水塔。不正处在横梁的位置吗？

记录员：是的，正好是。(2 秒后)好的，Shades?

PW：什么？

记录员：斯蒂文打算先投射潜水塔，因此让他先说。嗯，先说出方位。

PW：那么，你想最后确认洛玛点？

记录员：是的，这样做很好。

在该例子中，右舷罗盘操作员关于潜水塔横梁位置的问题由记录员来解释，同时也是对先投射和报告方位的间接回答，这也许与他们先前的决定相一致。记录员担任商谈次序的角色，并且似乎期望罗盘操作员能够共享右舷罗盘操作员所要求的解释。再一次地，记录员的说明清楚地将投射和报告相联系。

**实例 7**

时间：6 分钟以后。航向 353°。正横方位：083°和 263°。陆标：港口，洛玛点 275°；右舷，德尔旅馆 066°，祖鲁(Zulu)灯 049°。(如图 4.10)

绘图员：你用正横方位来做什么？为什么你不从这里向(前方)某处投射。看看你都做了些什么。你投射了三个正横方位。你投射了三个正横方位。你最好告诉他们重新到前方某处投射。

217

记录员：好的。放弃洛玛点而转向巴拉斯特尖岬，约翰。

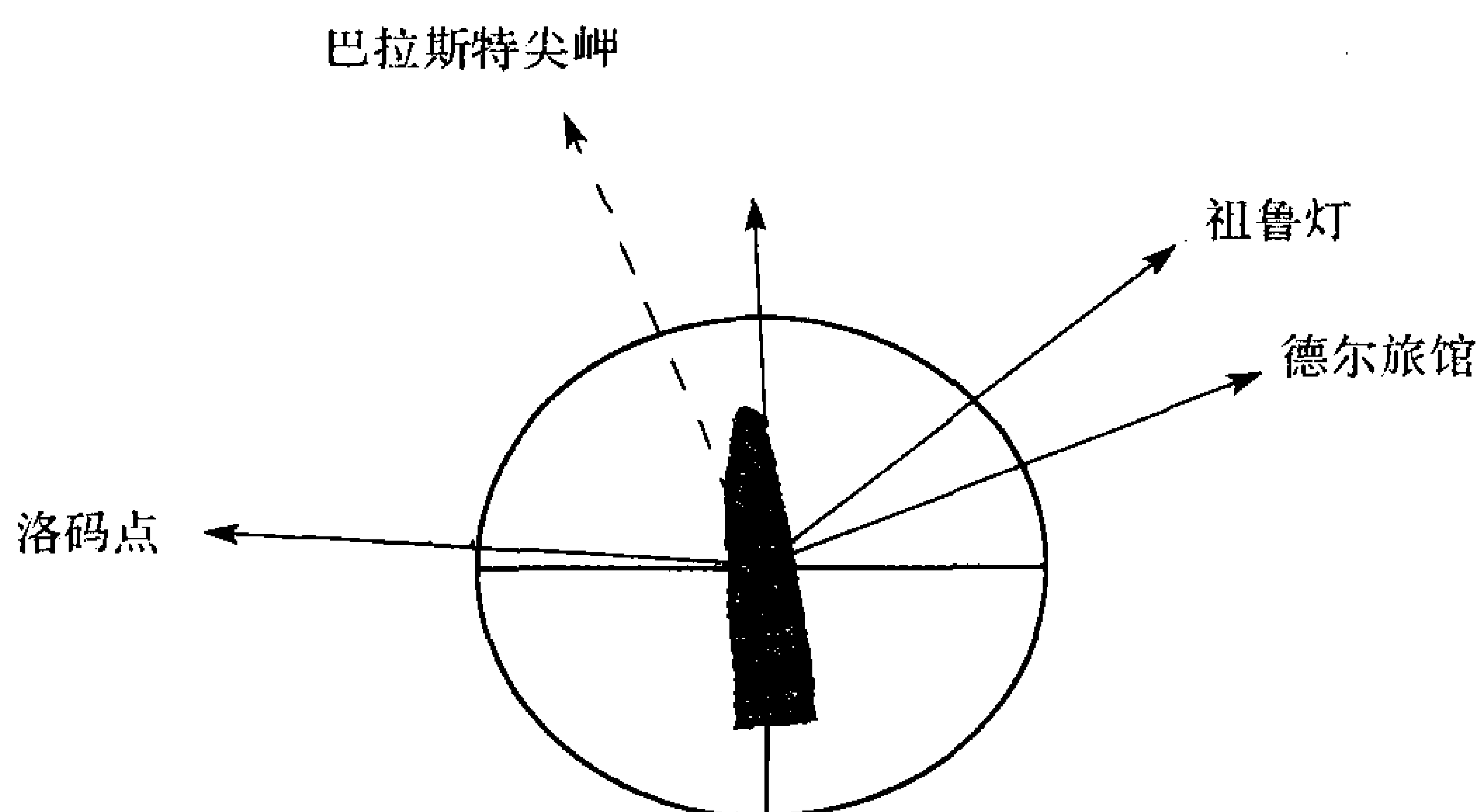



图 4.10　实例 7 的情境

PW：好的。

## 分离投射和报告行为的失败

规则"先投射正横方位"在单独的标准观察中起了很好的作用。然而导航团队运用该规则来协调他们行为的努力却不断重复着失败。为什么该简单规则的运用如此困难？为什么团队不能够运用该规则来组织其行为？以上说明的例子涉及利用正横方位提供线索。

当该规则在标准航行观察中被军需官在单独标准观察时调用，正横方位涉及最接近舰船横梁的三个方位的设置，并且所指定"第一"的序列建立在三个方位的整个设置上。在任务的团体视角中，一个罗盘操作员不能总是确定他所指定的任何方位比其他罗盘操作员所指定的任何方位都要更加接近横梁。安排在某个船翼的罗盘操作员不能理解这些词的意思，它们适合于个别观察员所用。尽管其他词汇在规则的简单说明里很少。在单独的观察案例中关于规则的一个更加清楚的版本是"三个方位的设置，先投射正横方位"。在单独的标准观察的情境下并不需要这些，因为三个方位的整体设置是观察员的职责所在。不需要在那种情境中出现，并且当情境改变时不会出现也并不被注意。如果这些说明已经出现，把规则告知团队的个体成员的问题可能会更加明显。规则的说明暗示或者假设了一种一次接受所有三个方位的观点。这就是我们从观察图表中得到的"最正横的(beamiest)"的意义，该意义由记录员和绘图员在观察海图时交换意见得出，而且由绘图员带到船翼上，向罗盘操作员解释如何使用规则。但该意义采用的视角对于罗盘操作员而言却不可获得。罗盘操作员既看不到整个设置，也不能真正知道他所在的一边与另一边的关系。罗盘操作员需要的"最正横的"

218

意义是以他们的所见为基础的，并且他们不能一次看到所有三个方位。从单独执行的情境到团体执行的情境传播知识有一些问题，这可能需要改变语词的意思。

通过方位广泛的可能构造来解释规则的意义也相当困难。罗盘操作员从未单独观察过，甚至不知道何为横梁。这强调团体执行任务需要一种特殊的分布式知识的事实。

绘图员和记录员在描述罗盘操作员应该如何将他们的行为次序协调起来时，他们都把方位的观察与报告方位的行为联系在一起。这有多重原因。第一，观察和记录在单独的任务视角（规则的来源）中是一个整体；第二，从观察到报告应该挑选一个清楚的词汇。在没有图表的条件下，很难描述行为应该采取什么顺序。如果没有关于观察怎样能够从报告中分离出来的一个先在的一致意见，对该顺序的探讨将更加困难。我们所需的是一种关于规则的两方面的语言：有两个方位的操作员应该在只有一个方位的操作员之前报告情况，并且有两个方位的人总是需要在其他人之前投射正横方位。而来自于单独执行任务的规则中则没有这样的术语。

对于团队而言，团队行为组织的某方面是有问题的。团队成员觉察到这一点，并自身对此加以适应，但是他们并没有达成满意的解决办法。简单的拇指规则从单独的标准观察结构传递到团体结构会出现不曾预料的困难。规则自身的字词似乎在规则移到一个新的情境下改变了意思，并且新的字词似乎必须在新的情境中作出区别，而在旧情境中没有作出区别也不需要。观察和报告之间的概念性关联，防止了团队为操纵行为之间的暂时性联系而探究社会分布式系统的可能性。要从与该系统一样复杂的系统的内在立场来说清楚系统很困难，军需官并没有接受过要像这样来解决问题 219 的反思性的训练。

## 4.4 超出任务描述

该类任务的社会性分布的一个重要方面就在于，执行协调行动所需要的知识并不在个体内部分散地包含着。更确切地说，大多数的知识在导航团队成员之间分布着，也就是主体间共享。这允许系统的人力成分作为一种可扩展和能适用的协调组织而行动，其任务在于负责执行恰当的协调行为。在他们的交流和联合行动中，导航团队成员把他们自己添加到具体的计算媒介网络中。他们提供了联结组织来使表征状态在工具间移动。另

外，他们动态地重构其行为，以适应任务需要中的改变，这等同于一个功能系统的重构超越单个的团队成员。单独的团队成员通过构造局部的功能系统来完成任务，这种系统在他们的知觉环境中引入媒介使得环境趋于调和。同时必须协调他们的互助行为来完成协调。计算在表征状态的协调中执行任务，而人类参与者则互相调和他们的协调行为。

### 共享的任务执行

有时候行为的协调在一种非常细微的状态下发生。一天，在标准航行观察的过程中，西尔弗和史密斯一同研究海图。他们需要使用量角器来决定两点之间直线的方向。史密斯把他的钢笔尖指向其中一点，西尔弗把他的铅笔尖向下指向第二个点，并且把量角器臂反向铅笔和钢笔尖而向上推。然后，当西尔弗在适当的位置控制量角器臂时，史密斯旋转量角器的底部使其与纬度平行对准并从量角器刻度读取方位。这种特别的劳动分工以对任务的微观结构的共享理解为基础。这里并没有口头的商谈使任务由每个人完成；他们在完成任务的过程中创造了协调。能成为共享任务—执行关系的一部分所需要的社会技能可能在人类的早期就开始发展了。

220

### 分布式记忆

任务—相关信息在此系统的许多表征中呈现。这些表征中的一部分在参与者的心智中。在一个海港的出口处，绘图员期望方位之间有 1000 码的间隔，然而他测得只有 700 码。这暗示着舰船的速度从每小时 10 海里减慢到 7 海里。这很麻烦，说明了用来推测航位位置的信息与真实观察之间存在差异。为了解决这个差异，绘图员开始自言自语，但是他很快就与导航日志管理员开始讨论问题。

绘图员：这并不表示没有，一种糟糕的(goddamn)……它们显示了 2/3，依然获得 1/3 时(bell)，对吗？

导航日志管理员：1/3 时。

绘图员：为什么？

CIC 讲话者：要导航员停下来。

绘图员：噢，这就是为什么了。好的，他(导航员)现在正在下来，那是他吗？

CIC 讲话者：是的。他(OOD)使速度返回到每小时 5 海里。

绘图员：这就是使我陷入困境的原因了。他们在这里是糟糕的每

小时 7 海里，而我却试图找出为什么。

在该变化中，CIC 讲话者和导航日志管理员都向绘图员提供了与任务相关的表征状态。绘图员可能已经从导航日志自身，或从引擎次序传令钟，或从下风舵手，或从导航日志管理员那里得到了$\frac{1}{3}$时（在$\frac{1}{3}$之前的引擎次序传令钟上）的信息。这片刻的系统状态在几个参与者的记忆中和写下来的记录中的表征是多余的。海港导航员离开的信息可能没有在此刻的任何记录中表现，因为到目前为止桥楼船员还以为导航员仍然在船上。尽管如此，221 CIC 讲话者知道该信息并且能够判断这对于此刻的绘图员来讲很有用。

在另外一个例子中，当绘图员和记录员同时观察一艘渔船（这艘渔船穿过接近此船船首下方）并在这天剩下的时间里讨论观察表单时，二者都错过了一个固定的时间。该问题被导航日志管理员在两分钟后发现了。

导航日志管理员：长官，你要发布另外一个命令。错过了 3。你的圆周(round)在 3。

绘图员：我将马上在这里确定一个。

记录员：准备做标记。

绘图员：时间是 5，是 5；我们要将这个点删去。

尽管记录方位时间并非导航日志管理员工作的一部分，但是他也是海图桌旁的一个参与者，并且在这种情况下，偶然注意到一个预定的方位被错过。这种交叠知识的分布是合作任务的特征，也是在系统面对错误和中断时重要而坚定的来源。

## 记录员指示绘图员

在仅仅只有两个可视陆标的情况下，导航团队把其中一个雷达可视陆标替换为第三条 LOP。在建议罗盘操作员准备标记循环后，记录员转向绘图员并说："确定范围，长官？（2 秒钟），标记它。"绘图员显然忘记了他被要求采用陆标的雷达范围来作为定位操作的一部分。在这种情况下，绘图员的连续组织的行为的一个要素是由记录员所提供的。这里并没有严格要求与正常的劳动分工保持一致。绘图员被期望记住"准备标记"的信号就是他应用雷达射程的线索。他和记录员在非标准的劳动分工满足非正常情形的需要上已经达成了一致意见。我们可能推测出记录员的记忆对于绘图员的任务来讲部分地由这样一个事实所暗示，即他已经在方位记录日志中标注

了一栏作为“洛玛点的范围。”在方位日志中有标记的纵列与表示当前时间的横排的交叉处进行填写来做为采用雷达范围这一决策的记忆参考，也可能提醒该计划的记录员记录范围。

## 陆标描述

222 因为理想的人员配备的要求很少能被满足，所以常常出现罗盘操作员对他们将被要求观察的陆标并不完全熟悉的情况。当罗盘操作员定位陆标失败时，绘图员和记录员可能试图通过提供口头的描述来帮助他们。在下面的例子中，港口罗盘操作员没能够找到陆标。（潜水塔通常有点问题。）同时也要注意到在方位循环开始时绘图员突然插入额外的建议。（右舷罗盘操作员的名字为马克）。通过电话线路所传达的记录员所说的话被转化为黑体字。

记录员：准备做标记，洛玛点，德尔旅馆，潜水塔。

绘图员：告诉马克先记下洛玛点。就在他的横梁方向。

记录员：马克，先记下洛玛点，先记下正横方位，做标记。

SW：洛玛点，359。

记录员：359 洛玛点。

Nav：10 节是不是一个不错的速度？

绘图员：是的。你所想要的任何速度都可以。我们现在很清楚了。无论你想要开往哪个地方。

PW：德尔旅馆 038。

记录员：038 德尔旅馆。

PW：我不能找到潜水塔。

记录员：不能找到潜水塔。

绘图员：告诉他大约在 8 度，9 度偏德尔旅馆的右边（绘图）

记录员：9 度？

绘图员：是的。

记录员：大约 9 度偏德尔旅馆的右边。大约是 046。

在该情况下由绘图员提供的线索并非陆标的描述，但是罗盘操作员需要看到先前报告的陆标朝向的相关位置。这表明了对陆标位置的期望有多么强烈。同时也要注意到记录员更进一步地转化了描述，通过心算转移罗盘操作员所寻找的陆标的方位。

在该例子中我们看到了社会结构与计算结构之间的一些关系。在给定计算程序和社会组织的情况下，可能会有更好或更坏的方式在社会网络中 223 分布计算。任务分布的方式能够更好或更坏的考虑信息数量之间的关系，该信息在计算片段和对这些片段负责的参与者之间的媒介交流能力之间传递。这是对任务的特殊分解进行计算论证，所观察到的任务分解在许多方面起到很好的作用，但在某些问题上却无效。

**记录员为绘图员设立测绘工具**

在另外一个例子中，当陆标的方位被报告时，绘图员被从海图桌旁叫走。记录员把方位记录在方位记录日志中后指向海图，然后把量角器臂调到第一个方位。当绘图员重返海图桌时，他观看日志而寻找方位。当他看到量角器时，注意到其已经被调到了恰当的方位。然后他简单地把量角器对准海图并划出 LOP。调整量角器并不在记录员的任务描述内，但是这是把表征状态朝其最后点更进一步推进的一种方式。

**弹性和强度**

这些例子也说明了系统的分布式知识的强度。若人力成分失效于缺乏知识，整个系统并不会慢慢地停下来。若任务变得困难或交流中止了，导航团队也没有停止工作的选择权。只要舰船在航行中，工作就由事件所驱使并必须被执行。系统通过改变名义上的劳动分工而适应故障。例如，方位确定者的工作就是找到陆标，如果他不能够这样做，一些其他的团队成员将提供确保陆标被找到及方位被观察到的任何知识。该强度可能由团队成员之间的冗余的分布式知识所确定，成员相互的行动能彼此沟通，以及个体工作量都足够少，从而允许相互之间监控和偶尔的协助。完成任务所需的知 224 识和保持系统工作的责任都通过导航团队成员而分布。我们能够把团队作为一种有弹性的有机组织，该组织保持信息在任务的工具之间移动。当该组织的一部分不能够传递所需信息时，另一部分会补充完成。

## 4.5 作为一种社会交互作用语言的行为表现

在海锚小分队中所要求的劳动分工通过社会性的空间分布着循环定位的要素。不管计算通过社会组织向何处分布，计算从属物也是社会从属物。执行任务具身于真实的人类关系中，每个行动不仅是计算的一部分，任务完

成的一部分，还是一条社会信息。建立和维持好的社会关系成为有能力执行任务的一个重要动力。为了完成计算，团队的成员必须展开交互行为，相互依靠。更确切地说，每一个有责任的计算部分可能依赖于其他有责任的部分。为了画出下一条 LOP，绘图员需要方位，这意味着他需要与罗盘操作员交流并安心地合作。

这些相互关联的社会和计算结构的一个重要方面在于它们都对参与者的行为提供了约束。能够在该网络中安排一个有社会技能但是缺少计算技能的新手，并且从新手和系统中得到有用的行为。其原因在于任务的社会结构(工具结构)可能提出足够的约束来决定什么能够成为一种被良好组织的计算行为，即使行为并不由任何计算所激发。任务世界以这种方式被建构出来，即有工具的、社会性的和交流性的工作也是计算性的工作。也就是说，人们可以在知道要做什么事情之前很好地被分配职责，并且可以在做事情的过程中发现其正在做什么。

社会结构不仅仅是用于交流的一个框架，同时也是在恰当位置先于交互行为以确保它们按被需要的方式行动的机制。为什么罗盘操作员需要合作？因为恰当地执行任务是社会交互行为的传播。新手军需官在这样一种制度方式(他的行为能够被当作对过程的贡献，当作在其他军需官的社会化世界中的成员关系的辩护和宣称)下得到定位。并且，出于军事性质，不能恰当地执行任务的新手会受到严厉的制裁。

225

## 怎样言行一致

我最初在军事条件中关于工作的假设针对的是那些被精确描述的行为和那些或多或少自主行动的人。现在显然不是这种情况。我也曾天真地推测在这类工作上的最多的交流将是工作部分而不是任何其他的事情。当我在处理数据时，罗伊・安德雷德(Roy D'Andrade)曾经说过的一些话出现在我的脑海里，一个学生正在对工作时人们会做什么发表观点，说在一个汽车工厂内人们通常在制造汽车。罗伊则这样问道："你怎么知道他们正在做什么？可能他们参与的是社会关系，而汽车只是副产品。"

很显然，当军需官报告方位、排列陆标或者询问数据时，他们不只是建构位置方位；他们还在建构社会关系。他们各自的责任非常详细的事实，并没有消除将社会信息带入组成工作的交流活动的可能性。实际上，在这个条件下，关于什么能够胜任约束口头行为的合适期望，可能给予参与者一种交流社会信息的特殊微妙的意义。当其他人知道参与者有时间和资源来完成更多任务时，做那些所需的纯粹细微的事情就要有清晰的表述。

## 4.6 导航团队的计算特征

局部的功能系统在个体工作中被建立起来。导航组的每一成员为建构一组局部的功能系统负责。这些是把媒介引入协作的程序，如同第3章所述。 226

这些局部功能系统在团队成员的交互行为中被协调。在他们的交互行为中，团队成员集合组成的功能系统形成了一个更大的功能系统。

更大系统的认知属性与个体非常不同。事实上，导航团队的认知特征至少是两次从团队个体成员的认知属性中移出。第一次移出是交互行为的传播影响与交换工具的结果(第3章)；第二次移出是分布式认知的社会组织的结果。

在海锚小分队中，导航团队执行一个分布式的问题解决系统，在该系统中各种计算要素都具身于由团队成员建构的功能系统的操作中。由钱德拉塞卡(Chandresekran，1981)所讨论的分布式处理的优势的观点如下：

过程的分解是为了控制计算的复杂性的一种策略。通过把问题分解成各个部分，团队能够由几个工作人员展开并行操作。该任务的分解也允许团队的每一成员更接近参与有限的数据。正如钱德拉塞卡所指出的，计算的复杂性通常是输入空间尺度的一种指数式的功能。如果问题能够被分解，每一个人就可以处理易处理的问题。例如，每个罗盘操作员仅需要处理舰船的航迹一侧的陆标，这可能在不知道左舷陆标的情况下，了解右舷的陆标。同时还有适当的过滤过程以防止输入空间的增大。因此，记录员并非简单地去处理舰船外面的可视景像的复杂性。他关于方位的经验由罗盘操作员预先处理并以一串数字的形式口头报告。而社会分布式计算的一个重要优势是新手能嵌身于社会安排中，以至于他们用来组织自身行为所需的一些结构可在社会关系中获得。尽管技能对于新手而言是主要的社会意义，但他们能习得许多对于系统而言有计算意义的技能。 227

由钱德拉塞卡所记录的第二个特性是“为优美的退化(graceful degradation)增加期望”的分布式计算系统在局部失败时执行任务。这在导航团队对局部的失败的回应中很明显，例如罗盘操作员没有能力定位陆标。因为团队的成员有交叠的知识，这可能使他们在回应问题时重新动力计算。个体是一种弹性组织，它的移动用以确保任务一相关表征状态的传播。因为他们的能力相互交叠而且有相互行动的通路，在事件的局部失败中他们能

够互相帮助并且互相替代。

在分布式系统中比在集中式系统中可能更加容易适应变化。钱德拉塞卡说道："当外在环境改变时，分布式信息处理就更加容易适应变化，因此再一次的，只要变化的速度不大，系统的变化通常是局部的。"我将在第 8 章中讨论在细节方面能阐明该问题的一个例子。

罗盘操作员之间对投射顺序的商谈就是运用模块的例子。注意，当右舷罗盘操作员让方位记录员解决投射和报告命令时，该模块性被干扰了。

分布的一个成本是由传感器执行的过滤。罗盘操作员只是被期望把他们的计算结果传递给方位记录员。关于探究结果的过程的所有信息，在报告方位中作为单个数字被错过。这减少了交流（电话线路很适合交流）的带宽需求，并且还减少了过程对中心处理者（绘图员）的需求。然而，该过滤使其更难去诊断由罗盘操作员所犯的错误的原因，因为没有哪个过程是正常交流的。

象征性地表征方位也为错误引入了新的可能性。例如，陆标灯 2 和祖鲁 228 灯在位置和外表上都非常不同。不太可能彼此混淆。但是它们的象征性表征，"灯 2"和"灯 Z"，非常相似，可能容易被混淆。这个潜在的问题被绘图员所承认，并且他命令记录员朝 Z 减速。

另外一个潜在的分布成本是从一个处理器到另一个处理器的可能断裂。缓冲器是克服这种暂时不协调的一种方式。电话线路与方位日志有不同的特征是因为前者在时间上有持久性而后者没有。

劳动分布的设计问题仍然存在。当我们看到正横方位的情况时，从个体性能到集体构造的投射非常重要。机会存在于任务的分布式视角中，并不能简单的表现在个体执行的情况中。发现并探讨这些机会可能需要反映任务自身的外在表征，以及由装备不良的导航团队成员来作出这样的反映。

本章的主题就在于组织化团队可能与组成团队的个体有不同的认知属性。这些差异源自技术的交互行为的影响和认知劳动的社会分布的影响。由导航团队组成的系统能够被视为一种计算机器，在其中社会组织是一种计算结构。团队的成员能够通过非标准的程序来确保表征状态在适当的时间和地点传播来弥补局部的障碍。拇指规则进行投射的困难源于单独观察进入集体构造的时候，这突出了操作模式之间的差异，并且提供了对团队明确的计划协调行动的有限能力的洞识。

# 5 交 流

## 5.1 交流和任务分解

在第4章中我讨论了导航团队成员之间可用的交流宽带将影响这个作 229 为认知系统的团队的计算属性。因而我将在本章的后一部分记述一些支持该观点的计算模拟结论。然而，如果用单一的定量标准，如用带宽来投射现象的话，那些应该讨论的重要属性就会变得模糊起来。

事实上，导航团队通过社会组织来分布计算程序，这增强了用更好或更差的方式来安排分布的可能性。计算程序分布的方式能或好或差地影响到两种结构间的关系，该关系能够在计算要素与各类结构之间传递，而且这些结构必须在执行任务时协调起来。

当海图存在于海锚小分队中时，我们再次考虑一下它对外部空间的协调作用。一个人看着海图，另一个人看着外界空间，他们之间通过电话线路相互交流。在外界空间与海图之间协调是一件非常困难的事情，并且有时候单一的语言交流很不充分。可以说电话线路提供的仅仅是低带宽的交流，同时，如果罗盘操作员要在空间中定位正确的陆标，那么就必须传递更多的信息。这种说法的问题在于我们限定了一个信息的定量标准，而这在理论和实践意义上都是不可能的。在什么根据下可以声称，当罗盘操作员在场时，记录员走向船翼并指向陆标的动作比冗长的口头描述有更广的带宽呢？确定陆标的过程在时间的约束下执行，但并没有显出为沟通交流陆标的位置所付出的努力仅仅因为时间不够而曾经放弃。这些努力被否定是

230 因为定性感知上的不足而非数量不足。典型的口头描述的失败不是因为没有提供足够的结构，而是因为错误的结构形式。结构形式的错与对的区别取决于任务的本质和其他可获取的结构来源。

表征状态传播的计算理论形成了不同的问题。它要求罗盘操作员协调交流结构来执行任务。正如第3章所描述，当陆标描述通过电话传递时，罗盘操作员必须把陆标的口头描述与关于陆标的表征知识相协调，表征知识也必须与视觉领域相协调。罗盘操作员的问题就是要潜心于寻找可能的视觉领域，利用此领域寻找一幅可以被解释为与目标描述相匹配的场景。指向陆标并不比详细的口头描述有更多的信息：这是一种能够以不同方式起作用的不同类别的信息。

## 5.2 作为团队认知属性的决定性语言行为

下面这个例子中语词的结构限制了团队的认知属性：一天晚上，导航指挥官洛克在船上打电话给海图室，二等舵手史密斯接了电话。指挥官洛克问史密斯今晚的月相如何，史密斯则问坐在他附近的理查兹主管，理查兹立刻回答"渐亏"。史密斯然后把答案告诉洛克。洛克显然不理解渐亏的意思，他和史密斯之间进行了几个回合的交谈。最后，史密斯把他的手放在话筒上说："长官，他说是'新的'、'第一的'、'圆满的'和'持续性的'其中的一种意思。"理查兹长官说"是持续性的"。史密斯把理查兹的话告诉了洛克，然后洛克挂掉了电话。理查兹长官有丰富的词汇来解释月相。而洛克拥有的词汇却很有限。按照更丰富的词汇来给予洛克指引并没有好处，因为他不能把这些词汇与他的简单观念相联系。洛克最后按照他所认可的四种形式为词汇准备了问题和可能的答案。一旦长官知道洛克寻找的是什么——231 试图用来计算月相的地图——他才能决定"持续性"是"渐亏"的最恰当的表达。史密斯挂掉电话之后，理查兹长官说："洛克是一个脑子里有大想法(用他的食指尖接触拇指的第一个关节处画圈)的伟大的家伙。他从未在晚上的海滩上接受一个海陆两栖作战的任务。他可能在一个新月的晚上获得作战任务，但在满月的晚上已经战死沙场。"

该例子提出了两个观点：第一，通过给定的话语所传达的信息数量并非话语结构的唯一功能。信息和编码理论说明最小带宽需要对一个已知的二选一的信息进行编码。从信息理论的视角来看，自然语言不是有效的代码。假设需要X比特以表现目前月相的命名，讯息中信息的数量取决于有多少

其他的月相被命名。第二,编码的表现方式可以决定这个大系统的认知属性。计划团队能否设置一个成功的两栖登陆可能会依赖于任务计划者的口语的差异范围。

由于该体系中许多的交流都是口头交流,可以看到语言属性成为计算本质的重要决定性因素。语言属性随着谈话记录和在说话方式中运用的媒介而改变。内部通信系统的命令式语言几乎都是暗示性的。所期待的交流可以在被预见时就足够了——即可能的信息已经预先讲明并形成一致意见的时候。然而,对问题的本质形成一个新奇的理解或者在低带宽渠道条件下连带地解释复杂的世界是很困难的。

把语言视为在任务执行中产生和协调的有结构的表征突出了语言的信息一方位的属性。在认知科学中,语言通常主要被认为是人类的一种计算能力,该能力需要根据个体形成或解释语言的过程而加以理解。从对个体的认识属性的关注转向社会分布式认识属性给语言带来了新的希望。语言 232
自身的特征与交流技术的特性之间相互以影响更大认知系统的计算属性的方式而起作用。

语言决定论是指个体与生俱来的语言结构决定了他的思想属性。虽然这里没有足够的篇幅来回顾这个概念,但是对于“语言的结构决定思想的结构吗”这个问题的答案似乎是“有时候是,有时候不是”。当所谓的非认知任务以这样一种方式,即主体可以运用他们的语言结构作为组织任务执行的一种媒介资源而被组织起来时,语言就构成了思想;在任务执行中,当语言结构作为媒介资源并不发生作用时,那么任务执行似乎也没有受到语言结构的影响;当认知活动通过社会空间被分布后,语言或任务执行者用来交流的语言都几乎被当作构成的资源,语言的结构也将影响团队的认知属性,即使它们并不影响团队中个体的认知属性。

## 5.3 在共享世界中交流

在一个共享的物理环境中,在场的人们之间的交流与通过一个受限的宽带媒介进行的交流在许多方面都有所不同。船长更加相信保存在桥楼上的海图,而不相信在战斗信息中心绘制的海图。这是因为 OOD 能够在海图桌旁观察导航团队成员的活动,并与舵手们谈话。在这种相对充分的面对面的交互行为中,理解可以通过商谈达成,需要给予建议的事务也能够被显示和讨论。如果通过接线员与战斗信息中心交流,这种意义的商谈就很难

达成。例如，在某方面，战斗信息中心建议桥楼上的人：在到达操作区域的边界线之前，舰船须继续当前的路线并且加速行驶4小时。操舵的导航员对此感到怀疑，他走向海图桌并与三等军需官查尔斯(Charles)商量，查尔斯刚刚计算过，以当前的路线和速度来看，75分钟的时间可以到达操作区域的边界。通过观察海图的航迹和与查尔斯的交谈，导航员自己确信所显示的位置是正确的，他让接线员告诉战斗信息中心他们已经开了3个小时。

233

在另外一个例子中，武器管理员不满意于把自己分配到信号桥楼的一般岗位(GQ)而不是在导航桥楼上。他想把责任岗位换到导航桥楼上，因为他觉得在这里比通过内部通信系统更容易与舰长(CO)相互之间面对面地进行一系列复杂选择的交流。他也担心舰长会发觉与平级部门头目的讨论比通过内部通信系统反馈的讨论更具说服力。

前面的这两个例子关注的就是共享世界中的有意图的交流。我们很多的行为有交流功能但没有交流目的。西格尔(Segal,1990)指出，船员岗位的重要性为飞行组成员之间的无意识交流提供了规划。下面的一个例子就阐明了这一点，以及交流在共享世界中的其他特征。

记录员：标记它。

SW：五号码头，方位117。

记录员：方位117，五号码头。

(记录员对方位的回应是：(1)确认其已经收到信息；(2)允许由发送人检查有内容的反馈；(3)绘图员之间对方位的交流。因此，这立刻成为两段交谈中的一部分。在该点上，绘图员一直在等第一个方向的出现好开始工作。绘图员开始在方位为117的位置绘制驶往五号码头的LOP。)

PW：潜水塔，250。

记录员：250，潜水塔。

(在该点上，军官仍然在绘制方位在117的第一个LOP，他可能在绘制方位为117的图的同时，口头预算第二个方位为250。)

舵手：长官，固定航向是308；核查方位是292。

CIC指挥官：固定航向308。

(这是在环境中涉及的其他数字。为了防止这些数字之间的冲突，方位通常先默读。)

(绘图员用量角器在方位257绘制潜水塔，而不是正确的方向250。当250被听到并可能预演时，会因为117的冲突而产生数据一控制

234

错误。）

PW：支撑点 18297.5。

记录员：18297.5。

（绘图员在方向 257 按照潜水塔的海图标对准量角器。LOP 不在预期的位置。绘图员依靠记录员，然后读出其已经对准量角器上的数值。）

绘图员：257?

记录员：297。

（绘图员更进一步地依靠记录员，查看方位记录日志，并指向潜水塔一栏航向。）

绘图员：嗯，嗯，不对。

记录员：是 250。

（绘图员站起来并移动量角器臂。）

绘图员：好的，我可以相信。

指挥官：继续前进三分之二。

舵手：是，继续前进三分之二。

（QMOW 把手作为绘图工具指在海图上。当画好 LOP 后，绘图员用量角器重重地击打了一下。）

QMOW：很疼，长官。

（绘图员绘制潜水塔的 LOP。）

绘图员：把你的手拿开。

QMOW：是，长官。

绘图员：数字是多少？

记录员：297.5。

（绘图员对准量角器并绘制最后的 LOP。）

在这个例子中，方位从照准仪到海图自上而下传播。方位 297.5 和 117 的口头表征在听到 250 的条件下作出，并且似乎干涉了 250 的进程，在这个环境中 250 就变成了 257。如果这样的话，也不可能知道哪些信号干涉，而且转换已经产生了。交流中瞬间的故障部分是由于口头媒介特性的结果。既然谈话是短暂的，那么当谈话发生时就得保持注意。缺乏一种方式来缓 235 冲这种输入反而增加了一种需要，用来临时性协调绘图行为和方向信息的传递。由于绘图员仍然在绘制先前航线的位置，因此他对所说方位的关注并不充分。不管潜水塔的方向形式转换的原因是什么，传到海图都起不了

作用。LOP 与所期望的正好一致。

绘图员询问了关于方位的确认。真的是 257 吗？在问这个问题时，绘图员涉及了量角器的刻度，通过读取他所绘制的方向而产生疑问。记录员试图把这个要求与他所知道的先前的交流相匹配。这就是关于问题意义的协商。记录员必须决定所询问的是哪条 LOP。

记录员回答是“297”。他把绘图员的疑问与其中一个报告的方位(297.5)相匹配，并且在此过程中使该方位得以完成。绘图员于是俯身查看日志并拒绝了方位 297。他可能会认为这个不正确因为比 257 更大，而且 257 已经太大以致不再起作用。在这里再一次涉及媒介的特征。书写记录是持久的，因此绘图员把注意力集中到回答自己的问题上。在绘图员拒绝方位 297 之前，记录员就已经意识到绘图员想要的是潜水塔的方位，而不是支撑点 18 的方位。绘图员也用手势表示在方位记录日志中潜水塔一栏。这个手势可能包括两个方面的行为：第一，这是绘图员查询方位的程序的一部分，是绘图员在他的世界中创造的用以指引其在方位记录日志中查询的结构的一部分，是控制其自身的注意力分配的一种方式。第二，这同时是记录员了解绘图员想寻找的方位的一条线索。手势的交流作用是机会主义的，并不带有目的。记录员现在说“250”，绘图员则立刻作出对量角器的调整并观察方位 250 良好的运行。绘图员通过说“好的，我可以相信”来结束这一协商。

为响应绘图员的问话“是多少”，记录员回应了最后三个相关数字，297.5，这样定位本身就完成了。有趣的是，现在还没有结束，因为还处在回应 257 的问题中。然而这是为了回应绘图员的疑问而产生的，由于混淆的问题已经被解决，也就正如所记录的那样而被报告。“是多少”的表达只有在这样的情形(对任务被执行的理解和任务执行中绘图员的处境)下才是可以解释的。记录员能够决定绘图员打算绘制的最后方位。他通过假设已经绘制的方向之一“是什么”的方式作出回应。绘图员继续绘图的行为——达到一个满意的方位——作为证据表明记录员的解释和回应是正确的。

236

绘图员使用他的手指在方位记录日志中定位方向是很有趣的，因为方位日志是这个分布式认知系统中观察方位的记忆存储器，绘图者的行为是记忆修补活动的一部分，这个活动内在于系统，但是可以直接观察。从个体的观点看，这里使用的技术使某些认知过程内在化了，该方式也允许过程的某些方面被团队的其他成员所观察。出于这个原因，主管的指示既是他自身认知过程的一部分，也是他为了完成某些事情而与记录员进行交流的一个要素。有些种类的媒介比其他种类的媒介更加支持这种功能的内在化。

具有私人和公共功能的手势的存在暗示着其他交流属性可能也有这两种功能。我猜测韵律学在产生口头的表征时也有着相类似的双重功能,这可以帮助说话者规划和分配自身的注意力,同时为听者提供一种结构,可以用来确定说话者打算完成的是什么。

上面的例子无疑表明了循环定位的信息流的一般描述,即信息从照准仪到海图的自下而上的流程是错误的。交流事实上是自下而上和自上而下方向中的许多种约束的集合,而远非信息的单轨道传递这样简单。陈述和问题的意义并非在陈述自身中给定,而是在由参与者对他们正在进行的活动加以理解的状况下被协商出来。参与者在交流中通过互相猜测对方的任务而消除含糊不清之处。关于陈述的特别有意义的解释在伴随他们的行动过程中同时被提出和预示。每一个参与者成功进行了交流的证据是其自身共同行为的流程。 237

## 5.4 交互行为意义的商谈

下面的交流有充分的细节分类和修改,说明了交互行为中意义的商谈。

记录员:准备做标记,时间 0…012。

CIC 讲话者:舰船转变方向保持在 3100 码,保持轨道向左 50 码。

记录员:船脊下 26 尺,做好标记。

(13 秒的停留后,绘图员看到记录员记下了第一个方位,放好量角器,然后把其与海图放好。)

绘图员:在 277 的方位怎样?(绘图)

记录员:271。

(记录员的修正以对日志条目的重新理解或对已报告方位的记忆为基础。请注意表征方位的媒介的属性——1 和 7 的书写形式比口头表达形式有更大的争议。)

绘图员:那是什么呢?

(绘图员考察了海图上陆标的位置,舰船的计划位置,还有在估计方位中量角器上的角度。这与他所期望的任何陆标都不匹配。)

记录员:嗯,运载塔。

绘图员:哦,我不想要这个。现在还好,继续前进。

(主管不想要这个陆标是因为它的位置还没有确定的建立,应该在

确定之后再绘图。一旦他们利用已知的陆标建立了几个位置，他们就能计划好塔的位置并使其将来成为一个有用的陆标。）

记录员：空中灯塔是方位292。十号大街出口的方位是105。（然后对着电话回路）告诉我你看到的最后的方位。

绘图员：105。

（绘图员正在从方位记录日志中读取这个方位。）

绘图员：105就是十号大街出口的方位吗？还是那个小码头？

238 记录员：059是小码头。这就是059（指向海图上对码头的描述）。

（记录员的陈述中，“这个”的指称是由他相对于海图上的标记的方位决定的。）

绘图员：好的，在105方位是什么？

记录员：十号大街在05，105。

绘图员：仍然在外面。

记录员：仍然在外面？

（“另外一个”的概念依赖于为确定方位所要的位置的三条航线的知识。记录员似乎在这个过程中对下一个绘制有疑问。）

记录员：271。

绘图员：不，不，那是下一个绘制。

记录员：运载塔。

记录员：292。

绘图员：是的，是的。那又是什么？

记录员：空中灯塔，好的，105。

绘图员：那是什么？

记录员：那是十号大街。

绘图员：哦，那是……嗯……是他使用的……他必须使用最顶端。（8秒钟）好，几乎……事实上什么事也没有。

在这段对话当中，记录员和绘图员尝试着在一组陆标与方位之间形成相应的交流。说话方式的意义通过海图自身、任务的结构、量角器的结构与海图的结构的关系、交流中先前的要素而建立起来。也就是说，所有的这些结构在任务的执行中都立即进入协调状态。

在交流进行的环境非常稳定或对预期有严格限制时，意义才能够被想象存在于信息中。在很多的尝试中，创造或保持意义存在于信息中的猜想需要很大的努力来控制交流发生的环境条件。当消息具有可靠的协调结构

或者被认为是理所当然时,意义才看上去是存在于消息中的。意义存在于消息中的猜想是社会的或文化的来之不易的成就。 239

## 5.5 个体和群体中的确认偏差

我在上文已经讨论过,团体的认知属性可能依赖于个体间的交流系统,以及同样依赖于个体自身的认知属性。断言这种结果是一回事,要证明它则是另一回事。尽管我从真实的引人注目的交互行为中找到了这些例子,但是在真实世界中通过不期然的交互行为发生的例子几乎总是非常复杂的。幸运的是,不同类型的证明是可能的。在接下来的章节中,我将描述一种计算机模拟,探究交流在团体认知属性的成果中的作用。

为了检验团体的认知属性可能与组成团体的个体的认知属性不同这一观点,就必须聚焦在一些特殊的认知属性上,这些属性一般都被认为是个体认知的一种,然后形成某种方式来表明该属性是否由团体证明取决于团体的社会组织。为了这一研究目的,我将运用确认偏差(confirmation bias)这个现象。

### 解释形成中的确认偏差

确认偏差是一种确认先前的解释,贬低、忽视或对已经形成的解释的反向再解释的一种倾向。这是一种确认已经持有的关于世界本质的假设的一种偏差,是一种常识性观念。一旦某人的观点已经形成,要想改变是很困难的。在该原则中,"第一印象"的重要性是我们的民间信念的一个显而易见的推论。通过一些领域如归因、个性特征(Hastie and Kumar,1979),逻辑推论任务(Wason,1968;Wason and Johnson-Laird,1972),关于重要社会问题的信念(Lord et al. ,1979),科学推理(Fleck,1979;Tweney et al. ,1981)来看,确认偏差也有普遍的引人注目的科学证据。

在某种程度上,这种坚持先前的解释和忽视未确认证据的倾向常常使得我们继续维持对世界本质的不完善的解释,而这似乎是不合适的。毕竟, 240 了解环境中正在发生的事情是任何生物的一个重要能力。一般来说,生物越复杂高级,对环境的感觉就越灵敏。一旦我们有一个好的但事实上不能自圆其说的解释,认知过程的属性就会阻止我们这些复杂的高级生物找到更好的解释。然而,为什么会有这样一种属性存在呢?很明显,在有能力从一种解释转移到另一种更好的解释和有解释的需要——任何解释——为了

协调环境中的活动之间必须有所权衡。一个力求保持连贯但是却未达到最佳标准解释的系统可能比同时建构和消解解释的系统更有适应力。

这种倾向作为个体认知的一般特征被广泛地接受。如果这种倾向在保持一种弱的解释和根本没有解释之间有时表现出不合适的权衡,那么我们想知道是否这对一些个体是不可能的,其中每一个个体都有作出不同权衡的倾向。也就是说,以这种方式组织的团队可能比任何单一的个体更能够达到几种可能解释中最好的解释吗?或者当一个更好的解释出现时能拒绝连贯的解释吗?本章余下部分打算接受确认偏差作为个体认知的一种属性,然后探求其在社会分布式认知系统中可能产生什么属性。我希望表明的是:对于人类团体认知能力的个体认知属性的结果而言,几乎完全依靠团体在它的成员中如何分布认知任务。也就是说,在思想任务的周围,组织人们关注思想任务的某些方式将导致精神系统属性的不适方面的加剧,然而其他的组织形式将在看起来有个体缺陷的团体水平上产生真正适应的功效。

## 约束满足的解释构成

许多重要的人类活动由某种系统所引导,这种系统中的多个行动者试图对有些现象形成连贯的解释。这样的系统有的比较小,只含有少数个体,而也有一些系统实际很大。复杂系统的操作运转通常由团队完成。在一个核动力工厂、航空飞行队或者大的舰船上的桥楼的操作员的变化是一个小的系统,在该系统中许多的个体努力维持着对手边情形的解释。系统的复杂性使得单一个体不可能整合所有的需求信息,或者由于其他任务的需要,团体中的几个成员可以在场但是可能会涉及分布式的解释信息。商业和政府中的管理团队也是分布式的解释信息系统,如同法律系统中的陪审团。科学家共同体可能是一个非常大规模系统的最好的例子,在该系统中团体努力去构造现象的连贯解释。

241

形成一种解释是计算机科学家称为约束满足(Constraint Satisfaction)问题的一个例子。任何连贯性的解释都包括许多部分,称作为假设。一些部分与其他部分一起运行或者相互支持,其他的则相互排斥或抑制。所解释的这些部分之间的联系叫作受限。我们来思考从佩罗(Perrow)的《标准事件》(《Normal Accidents》)(1984)一书中选出的下面这个事件:

> 1978 年 10 月的一个美丽的晚上,在切萨皮克(Chesapeake)海湾,两条船能互相凭肉眼看到并用雷达测到对方。其中的一条是海岸警卫

> 队快艇(Coast Guard cutter)训练船 Cuyahoga 号，船长(主要的授权官员)通过雷达看到另外一条船如同在前方的一个小目标，并且肉眼可以看到两盏灯，这暗示该船和他的船朝同样的方向前进。他认为那可能是一条捕鱼船。第一个助手看到了灯光，但是看到的是三盏灯，并估计(正确的)可能有一条船朝他们驶来。他没有向船长报告这个发现的责任，他也不认为他需要这样做。直到两条船很快地行驶到一起后，船长才判定他将要超过的是一条行驶得很慢的捕鱼船。这加强了他的不正确解释。探望员知道船长看到了那条船，当那条船行驶得非常靠近并似乎在航向上要碰撞时，他也没有进一步发表意见。当两条船以全速前进时，二者的距离更加接近。另一条大的货船没有建立任何桥楼间的交流，因为这样经过是一种惯例。但是在最后一刻，Cuyahoga 号的船长意识到在意外碰上所猜测的渔船过程中，渔船是以其接近平行的航线行驶的，当他们靠近波拖马可河(Potomac River)时，他将阻断那条船转向。因此他命令向港口转向。 242

两只船发生了碰撞，海岸警卫队船上的 11 名海员身亡。船长的解释包括许多假设(另一条船很小，行驶得很慢，与本船在同方向上行驶)。这些假设与一些观察(船在雷达上的显现图像很小，船长只看到了两盏灯，船与船之间的距离不断快速接近)相联系起来形成一个连贯的解释，解释中假设之间、假设与观察之间是一致的。助手解释的几种假设直接与船长的解释中的几种假设相冲突。例如，船是迎面相遇的假设和一条船赶上另一条船这两种相互排斥的假设。

好的解释有内在一致性而且与可用的数据是一致的。从环境中获得的证据使得解释的一些假设或多或少有些相似。这些假设都直接受对其他假设有约束关联的证据所驱使，也许没有直接证据。例如，在上面描述的舰船冲突中，没有关于另一条船的速度的直接证据。那种假设来源于对海岸警卫船正赶上另一条船并且看到两条船之间的距离很快缩短的假设。如果这两件事是真实的，那么另一条船就航行得很慢。因此形成一种解释的工作可以被看作是以一种方式赋予各种假设可能性，这种方式就是环境中可能出现的假设之间或假设与证据之间的限制和满足。

现在要做的就是为描述这些情形和要素形成一个框架来掌控这些社会分布式系统的认知属性。这里所需要的是一个概要，尽管细节的多样性在它们的组成之外，此概要与现象有关且把握了不同层次的分布式解释所形成的相似性。期望的描述需要明确地提出解释形式的问题和能由环境中证

243 据或周围其他行动者的交流得到的证据所影响的解释方式。这需要允许我们观察个体内部正在进行什么和个体之间进行着什么，同时还要描绘个体的特征和由几个个体组成的系统的特征。

所有的这些目标都能够由计算机模拟而实现。当一种模拟能允许我们在世界中探察交流的影响时，该影响对未受控制的周遭事件来说并没有交互行为，也未受约束，但是又必须事先承认它的局限。所有模拟原则性的不足之处就在于它们对于计划模拟的现象来讲必然极其简单化。在当前的案例中，关于人类系统中真实交流的许多重要因素根本就没有呈现出来。参考索引和意义商谈的问题都太复杂而不能被简单的模拟所设计，因此也不能在这里的模拟显示中被表征。尽管有这些局限，我相信模拟模型确实使一部分问题变得清晰，否则这些问题将很晦涩。

## 约束－满足网络系统

一种称为约束满足网络系统的特殊联结主义者网络，提供了个体解释构成的粗略的模型。鲁梅哈特（Rumelhart，1986）等人对约束满足网络系统作了如下定义：

> 在该网络系统中，每一个单元提出某种假设（如，在输入中所显示的，某种语义特征、视觉特征，或者听觉特征），每一个联结表现出假设之间的约束。因此，例如，如果特征 B 被期望在特征 A 出现的任何时候都出现，就应该有假设 A 出现的对应单元到假设 B 出现的对应单元的积极的联结。类似地，如果有一种无论何时 A 出现但 B 并没有如所期望的出现的约束，那么就需要有从 A 到 B 的一种消极的联结。如果约束非常强烈，那么影响就大，同样地，这种网络系统的输入物也能够被
> 244 当作约束力。
>
> 对特殊单元的积极的输入意味着从外部获得相关特征所呈现的证据。一种消极的输入意味着从外部获得的证据特征没有呈现。

每一个单元在其邻近者的活动性和这些邻近者的联结力量的基础上调整自己的活动性（成为正确的可能性），该网络系统也将最终适应这样一种状态，即在该状态中，许多约束力可能将得到满足。

想象在网络中有两组单元（图 5.1），每一组单元的单元个体之间有积极的联结。因此，每一组单元表示互相一致的一组假设。从一组单元的单元个体到另一组单元的单元个体之间所有联结都是消极的。这意味着由一组

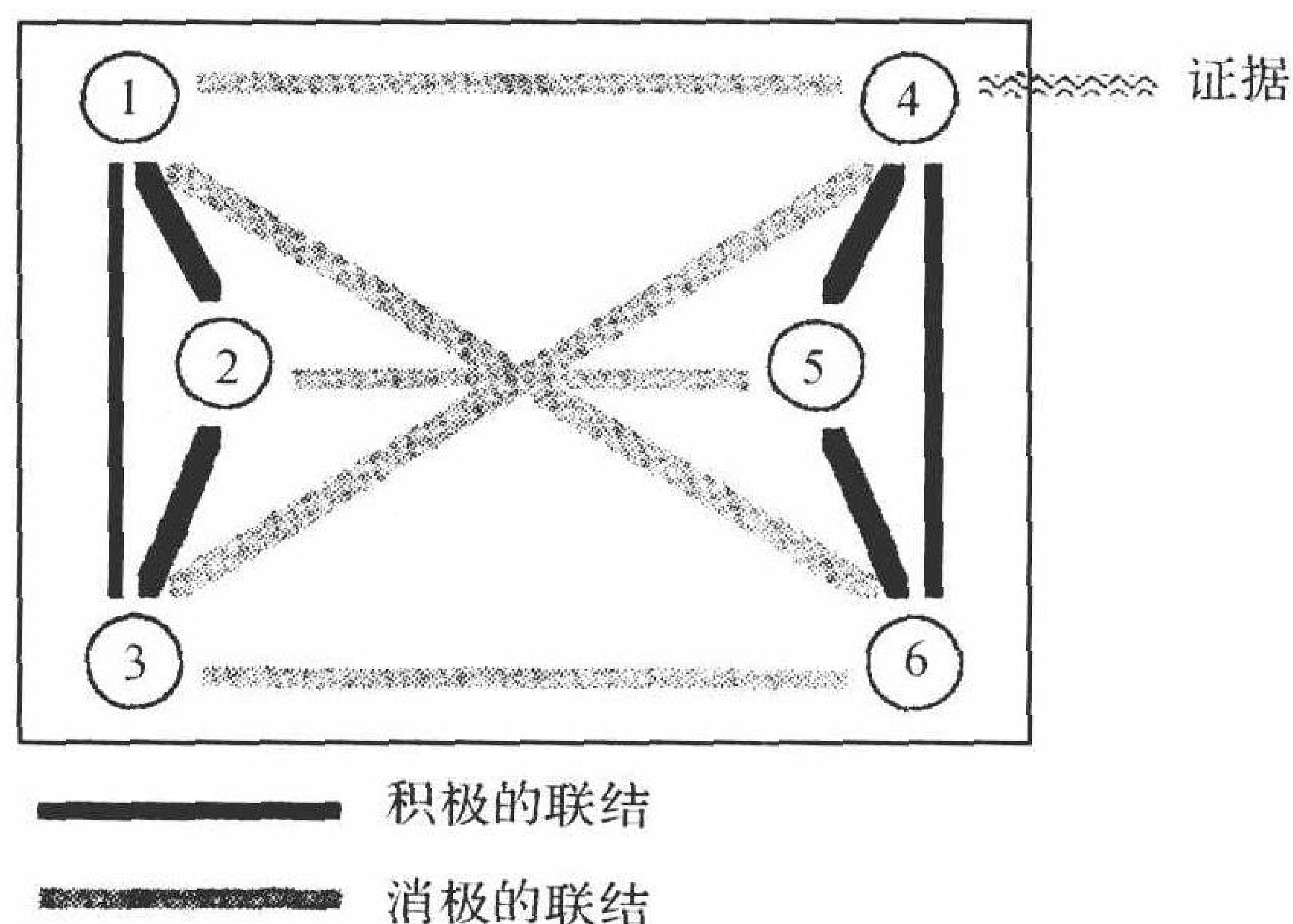



图 5.1 一个简单的约束－满意网络系统由六个单元组成，每一个单元呈现一种假设，单元之间的联结表现出由单元所代表的假设之间的相互支持或者竞争关系。在这个网络中，单元 1，2 和 3 互相支持，单元 4，5 和 6 相互支持，这些单元组中的单元约束另一单元组中的单元。系统有两种一致的解释：一种解释认为单元 1－3 是活跃的而单元 4－6 是不活跃的；另一种解释则相反。这幅图并没有表明单元间的活跃性类型。环境中支持特殊假设的证据作为表现假设的单元的活跃性附加物而被执行。该系统获得了证据，此证据支持由单元 4 表现的假设。

单元中的单元个体描述的假设与另一组单元的单元个体描述的假设不一致。当这样一种网络系统试图使假设之间的尽可能多的约束力得到满足时，则将以一组单元中的单元个体高度活跃而另一组单元的单元个体不活跃的局面而结束。也就是说，将达到这样一种解释状态：一组假设被认为是正确的，而另外一组则被认为是错误的。一旦达到这种状态，网络系统将对 245 与已经形成的解释相矛盾的证据非常迟钝。注意此处有两种类型：单元个体之间的互相联结类型和越过单元个体的活跃性类型。对一个事件的解释就是单元间特殊的活跃模式——例如，左边单元的所有单元个体是活跃的状态，而右边单元的所有单元个体是不活跃的状态。对网络系统的稳定性的解释是由单元个体互相联结类型所决定的。在该案例中，联结的强度被很仔细地安排，使得其仅仅只有两种稳定性的解释。

在上面所提到的冲突情景中，船长和其同伴共用解释水面上其他舰船航行的图表。因为按照在晚上看到有光亮舰船的惯例，看到两盏灯则支持是从一条船观察到另一条船的尾部的假设，然而看到三盏灯支持两条船齐

头并进的假设。如果是一种赶超情形,那么快速靠近另一条船支持被赶上船行驶很慢的假设。其同伴毫无疑问地赞同假设中的这些约束力。但是他形成一种不同的解释因为他"看到"与船长所看到的不同的证据。在模型中,共享图表就是共享单元个体之间联结的模式,共享的解释与单元间的活跃性有相同的模式。

对于在图 5.1 中,约束一满足网络系统的个体来说,一种解释就是越过网络系统的六个单元个体的活跃性类型。对该网络系统的可能的解释空间因此就是一种六个方面的空间。这种空间中两种比较好的解释的定位在{111000}(左边单元活跃,右边单元不活跃),和{000111}(右边单元活跃,左边不活跃)。不幸地是从六个方面来思考这些事件非常困难,但很幸运地,这六个方面可以合并成两个方面。既然从活跃类型的两种好的解释中可能计算出任何活跃类型的欧几里得几何(Euclidean)距离,那么就可能建立一种新的二维空间,这两个方面都远离解释 1 和解释 2。

246

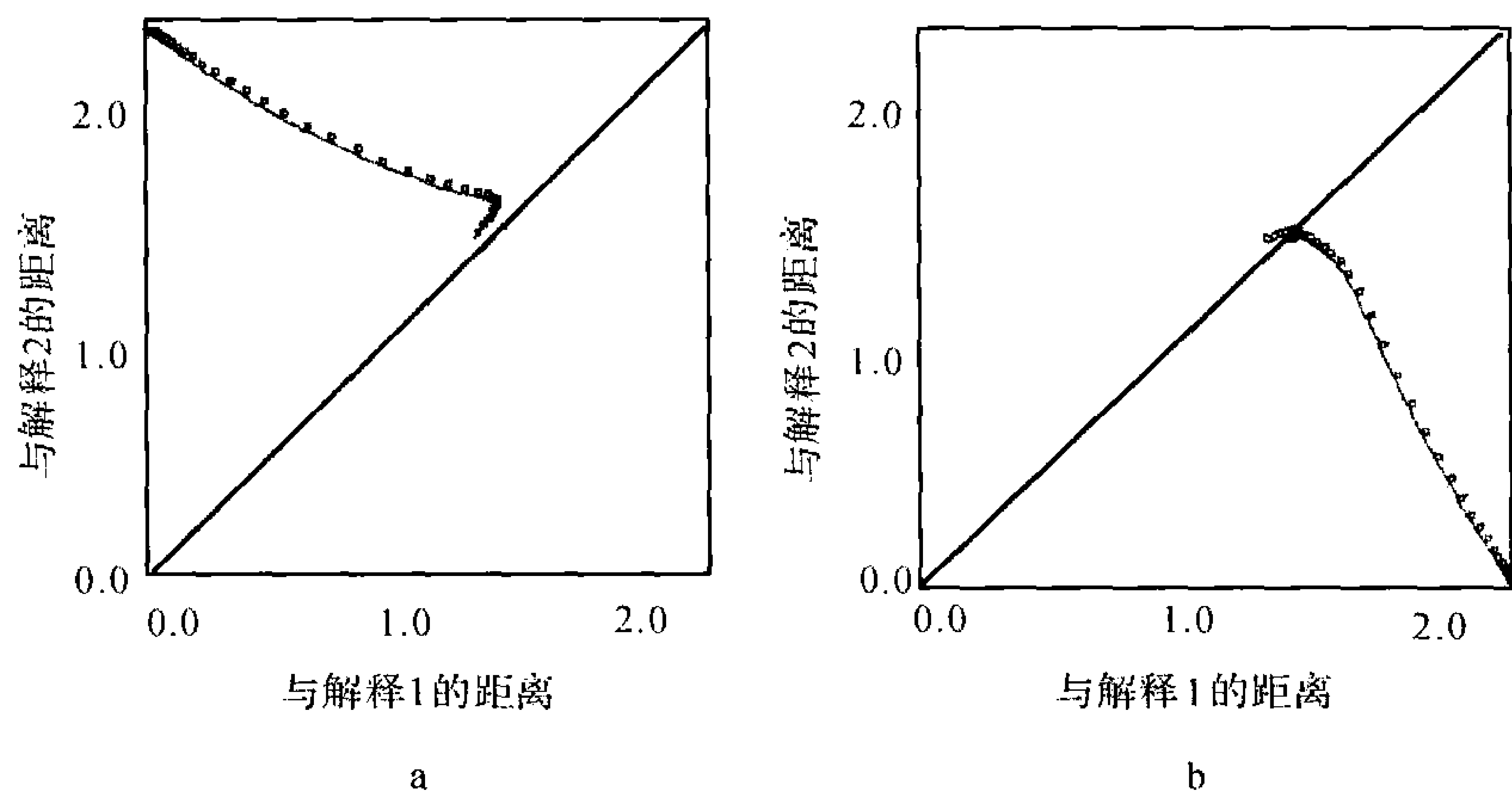



图 5.2 解释空间中单一的网络系统轨迹。这里的解释空间由两方面绘制而成。X 轴表示当前解释与解释 1 的距离;Y 轴表示当前解释与解释 2 的距离。因此,例如,越低的可取角度与解释 2 尽可能地接近,而尽可能地远离解释 1,因此,这代表了解释 2 的位置。两种解释之间的对角线在任何地方都是等距离的,网络系统的轨迹及时地被表明,它的位置在等时间间隔内被绘制。因此绘制的位置之间的距离与速度成比例,这种速度下网络系统的解释是变化的。网络系统表明在模型中,开始时相比解释 2 来说,更接近解释 1,其开始离开两种解释时运动得较慢,然后其转向解释 1 并加速,最后又减速到达解释 1。同样的网络系统在模型 b 中被表示,但是这是其从环境中得到赞成解释 2 的证据,尽管其开始稍微有转向解释 1 的倾向,但其受环境中证据的影响并转向解释 2。

因此,任何活跃性类型的定位都能在这种解释空间中按照与这两种解释相近的方式被绘制出来。例如,活跃性类型{0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5}内,每一个单元个体既活跃又不活跃,且与两种好的解释距离一样。解释空间中的位置绘制没有计算结果,而仅仅使得网络的运动可见。同样,也要注意并非空间中所有的位置都是可能的,而且空间中处于同一位置的两个网络系统的事实并不意味着它们有相同的活跃性类型。图 5.2a 表示个体解释空间的轨迹,这是在两个解释的中间开始的。在该个体中,所有的单元大致有相同的活跃性水平。这个网络系统对两种解释都不需作出保证,当其开始在它的单元个体之间传递活跃性时朝向一种解释而远离另一种解释。

约束网络同样可从环境中获得输入物,这与假设之一的直接证据相符合。环境中的输入物作为单一单元活跃性的增加或减少而被执行(图 5.1)。247 因此,如果图 5.2a 中表示的个体返回到其起始点并且给出证明来说明与解释 2 一致的假设是正确的,那么就会跟随 5.2b 所表示的轨迹。这比较简单地证明了还没有形成较强解释的网络能接受环境中的证据的影响。然而,如果网络已经实现了解释 1,那么作为解释 2 的证据将对个体有较小的影响。

三种变量决定孤立个体的行为。第一种是单元之间的互相联结性类型,这是关于解释被形成的网络的现象图式;第二种是贯穿单元的活跃性的最初类型,这包括关于世界中的事件状态的网络的预想,当正处于网络开始的时刻,这种预想能在解释空间中的网络轨道被看见;第三种变量包括网络的特殊单元的外在输入物,代表直接赞同或反对特殊假设的证据,这些特殊假设是解释的一部分。图 5.2 所表示的轨道证明了这些变量的影响。

**网络系统的团体**

单一的约束一满足网络系统的行为以粗略的方式模仿了确认偏差的行为,正如在个体行动者身上观察到的这种行为。这些网络系统的更为复杂的版本能够提供更为精确的确认偏差的模型。这里所提出的简单的网络系统便于服务我们现在的目的,从而寻找一种模型,以允许我们探讨个体特征与团体特征之间的关系。为了作这种探究,我创造并仔细检查了网络系统的团体行为。这似乎并非所追求的最明显的策略。因为联结主义者的网络系统过程在网络系统中的单元个体之间分布,社会分布式认知系统中的过程在人与人之间分布,所以在两个领域之间采用表面的映射颇有吸引力,即网络单元被视为与个体相对应的领域,以及单元之间的联结被视为与个体 248 间交流相对应的领域。按照这种方式,单一的网络系统将被当作一种团体模型。而这种映射方式有很多问题,我要简单地提出一点警告:最明显的映

射很可能是最坏的结果，从而我建议，相反地，用来理解认知的社会分布情况的联结主义的真正价值将来源于一种更加复杂的类比。在这种类比中，个体由整个网络系统或网络系统的集合而建模，社会分布式认知系统由网络系统的团体建模。此处所采取的是后一条进路。

**模型的参量**

在系统中产生的是两种或更多的约束一满足网络系统，两者都试图形成一种解释吗？由两种或更多的网络组成的系统至少有七种参量未出现于一个单独网络中。其中三种需要通过网络系统团体的个体组成以处理结构和状态的分配，其他四种关注团体中网络系统之间的交流。出于表现这些参量与之相符的模型的目的，表 5.1 列出了参量的本质和真实团体的特征。

**表 5.1 模拟模型的原则参量和它们所要表现的个人和团体处理的特征**

| 模型中 | 真实的人类系统中 |
|---|---|
| 个体网络的特征分布 | |
| 网络中单元之间的互相联结类型 | 现象图式 |
| 网络中特殊单元的外在输入物 | 通向环境的证据 |
| 网络中穿过单元的活跃性的最初模型 | 预知，当前的信念 |
| 网络之间表现交流特征的参量 | |
| 团体中网络之间的相互联结类型 | 谁与谁交谈 |
| 交流网络的单元之间的相互联结类型 | 他们交谈什么 |
| 交流网络之间的联结力量 | 他们有多大的说服力 |
| 交流时间过程 | 什么时候交流 |

*个体属性的分布*

249 网络系统中单元之间的联结类型界定了需要解释的事件的图式，因此，首先需要额外考虑的是超越团体成员的事件图式的分布。在一种系统中所有的网络系统在解释领域的潜在结构方面达成一致，另一种系统中不同网络的假定有不同的约束模式，这两种系统明显不同。简单地假设一下，我设想所有的网络系统有相同的潜在约束模式。这仅仅只是一个民族志学者的幻想的实现，即文化中的所有个体对事件的解释有相同的图式（Boster,

1990)。在舰船冲撞的情形中表现的是船长和其同伴共享解释其他舰船航行的图式。他们都理解:看到两盏灯证明观察到的是另一条船的船尾,而看见三盏灯说明那条船是迎面而来。但是助手认为他看到了三盏灯而船长认为他看到了两盏。因此,图式的一致与事件的解释一致并不相同,两个个体可以有关于一些现象的相同图式,但是如果他们对证据的评估使得他们以不同的方式表现图式的话,两个个体也会对事件有不同的解释。

网络系统可能直接从环境中接受输入。环境中的证据的分布状态是网络团体重要的结构属性。如果在假设和环境的相同特征中所有接受的输入之间,团体中所有的网络系统都有相同的潜在约束模式,那么团体中所有的网络系统将形成相同的解释。如果不同的网络系统从环境中通向不同的输入,那么他们将生成对世界非常不同的解释。这证明了在舰船冲撞的情形下,船长在视觉方面有些困难。

在任何时候,在特殊网络系统中贯穿于单元间的行动模式表现的是该网络系统当前的信念状态。一种连贯的解释是行动模式满足了单元之间的联结约束。当一种网络团体被创造时,就会引起不同的网络系统不同的行为模式。因此,第三种参量关注团体中贯穿系统的预知分布。这些模拟中 250 的最初行为总是微弱的,也就是说,个体并不以强的信念作为开始,这种信念关注所有假设的真实性。

交流参量

在该系统中,至少有四种额外的参量描述了必须考虑的网络之间的交流。为了简单起见,我模拟了网络系统之间的交流,这种模拟在外在输入直接应用于每个网络单元的情况下进行。(该简化忽视了交流总是通过人工结构作为中介的事实。)在 1991 年(Hutchins)的描述中,我以一种不同的网络系统形式在另一个网络系统团体中清楚地做了建模。也就是说,如果网络系统中的一个特殊的节点非常活跃,那么此活动的某些部分可能作为与其他网络节点对应的外部输入加以应用。因此,在该模型中,个体网络系统之间的交流通过一个网络单元的活跃水平与其他网络单元之间的直接交流所表现(图 5.3)。其设想基础为:从一个个体到另一个体的信念的真实交流起到了使听者假设的活跃水平更近似于说者的假设活跃水平的作用。这就是系统中最有问题的简化。

第四种参量描述团体中网络系统的交互联结模式。这与团体中交流联系的模式相一致。团体中每一个特殊的网络系统可能与团体中另一些网络系统的某些子集交流。

每个网络与另一网络的交流通过从其自身的某些单元个体传递活跃性

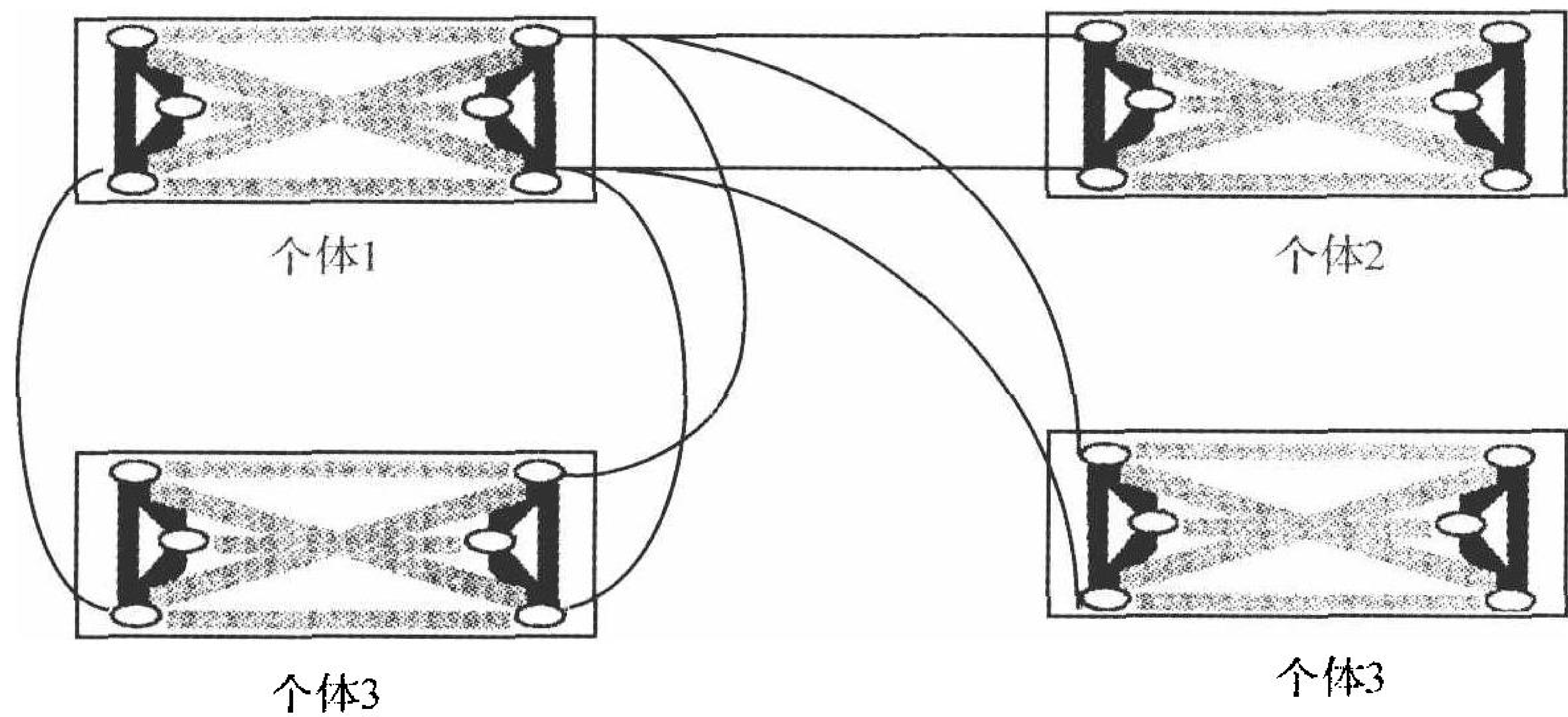



图 5.3　个体网络系统之间的交流。这幅图图解了四种交流参量中的三种。按照网络系统之间的互相联结类型(谁对谁说),个体 1 与所有其他个体交谈;个体 2 仅仅与个体 1 说话:个体 3 和个体 4 互相交谈并与个体 1 交谈。按照交流网络之间的单元个体的互相联结类型(它们谈论什么),个体 1 和个体 2 说得最多(关于假设 2、4、6):个体 3 和个体 4 仅仅谈论假设 4;并且个体 2 和个体 4 什么都没谈。按照网络交流之间的联结力量(它们的说服力有多大),个体 1 和个体 2 发现每一个人关于假设 4 和假设 6 的论证都很有说服力。最后一种交流参量,交流的时间过程(什么时候交流)并没有在此图中表现出来。参量的联合表明在这张图中仅仅只是为了阐明团体中可能的交流类型范围。后来的模拟实验探讨了认知结果的各种类型。

到另一个网络中与之相符的单元个体展开。交流网络系统的单元个体之间互相联结的模式决定了每个网络中哪些单元个体传递活跃性到与它们相符的其他网络系统中的单元个体。这符合了使网络系统能够彼此相互交谈的决定。这可以被当作一种词汇上的局限性,这种词汇允许网络系统交换参与解释的某些假设的信息。

回想一种网络系统仅仅传递其单元个体的活跃性片段到与之相符合的另一网络中的单元个体,该单元个体的活跃性被当作一种外在输入,而与之相符合的另一网络中的个体却被当作说服力的来源。这决定了其对单元个体的重要性,此单元个体须符合在另一网络系统中与之相符的单元个体,这是相对于由其自身网络系统中的其他单元个体提出的满足约束力的重要性而言的。

251

最后一种团体一水平参量是交流的时间过程。这涉及网络系统之间外在输入交换的暂时类型。这可以从不断的外在输入交换转变到根本无交

流。在这些极端的事物之间是联结与断开的无限的类型。再一次地，对于网络系统之间的每一个联结来讲，都可能有交流的不同的时间过程，甚至令人信服的是每一个联结都有时间的功能；然而，为了简化起见，无论所有联结以多大程度联结或未联结，当它们作用于任何一个时间点的时候，都将成为一个普遍的参量。

## 社会组织与团体的认识属性

有了这些模拟片段，就可以展开关于确认偏差的个体与团体之间属性 252 关系的探讨。

### 团体智力的常识体系

通常假设提高团体性能的最好方式是提高团体成员之间的交流，或者相反地，团体中所缺乏的就是交流。艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)在他1982年的小说《基础的边缘》(*Foundation's Edge*)中描述了一个世界，盖亚(Gaia)是一个遥远未来中的小小的假设世界。然而詹姆斯·洛夫洛克(James Lovelock)关于盖亚的最初概念仅仅涉及地球的整个生物圈可能被当作一个单独自我调节的有机体的观念，阿西莫夫在认知领域内扩展了这个概念。在阿西莫夫的盖亚这里，每一个意识与其他的意识都处于不断的高带宽交流中。但是盖亚只有一种心智。在阿西莫夫的书中，这是一种非常有力的心智，能够超越任何个体心智能力来做事情。这是将所有认知能力组织起来的真正可取的方式吗？我们通过模拟提供了一个回答该问题的方法。它们暗示着原则上并非更多的交流总好于更少的交流。在某些条件下，增加交流的丰富性可能导致团体层面不合需要的属性出现。

考虑这样一个模拟实验，其中只有网络系统之间交流的说服力(联结力量)是变化的。(回想一下，这是通过改变网络单元与其他对应的网络单元之间的联结力量而执行的。)在最初的网络系统团体中，所有的网络系统都拥有相同的潜在约束结构，并且都有相同的方式通往环境的证据，但是每一种方式与其他任何方式最初的行为类型相比都略有不同。更进一步地，所有的网络系统之间互相交流，每个网络中所有的单元个体都与其他网络系统中的所有单元个体相联结，而且交流是连续的。这可以被视为一种聚合精神感应模型。在这些条件下，当交流的联结力量(说服力)是零时，网络系统根本不产生交流，并且每一种解释的解决方式都由其最初的预先安排决定(图 5.4a)。如果团体重新以非零的说服力开始交流，每一单个网络系统在缺乏交流的情况下不得不朝解释的方向移动，但是进行得更快了。如果团体一次又一次地重新开始，每一次都会伴随着说服力的增加而加快网络

253

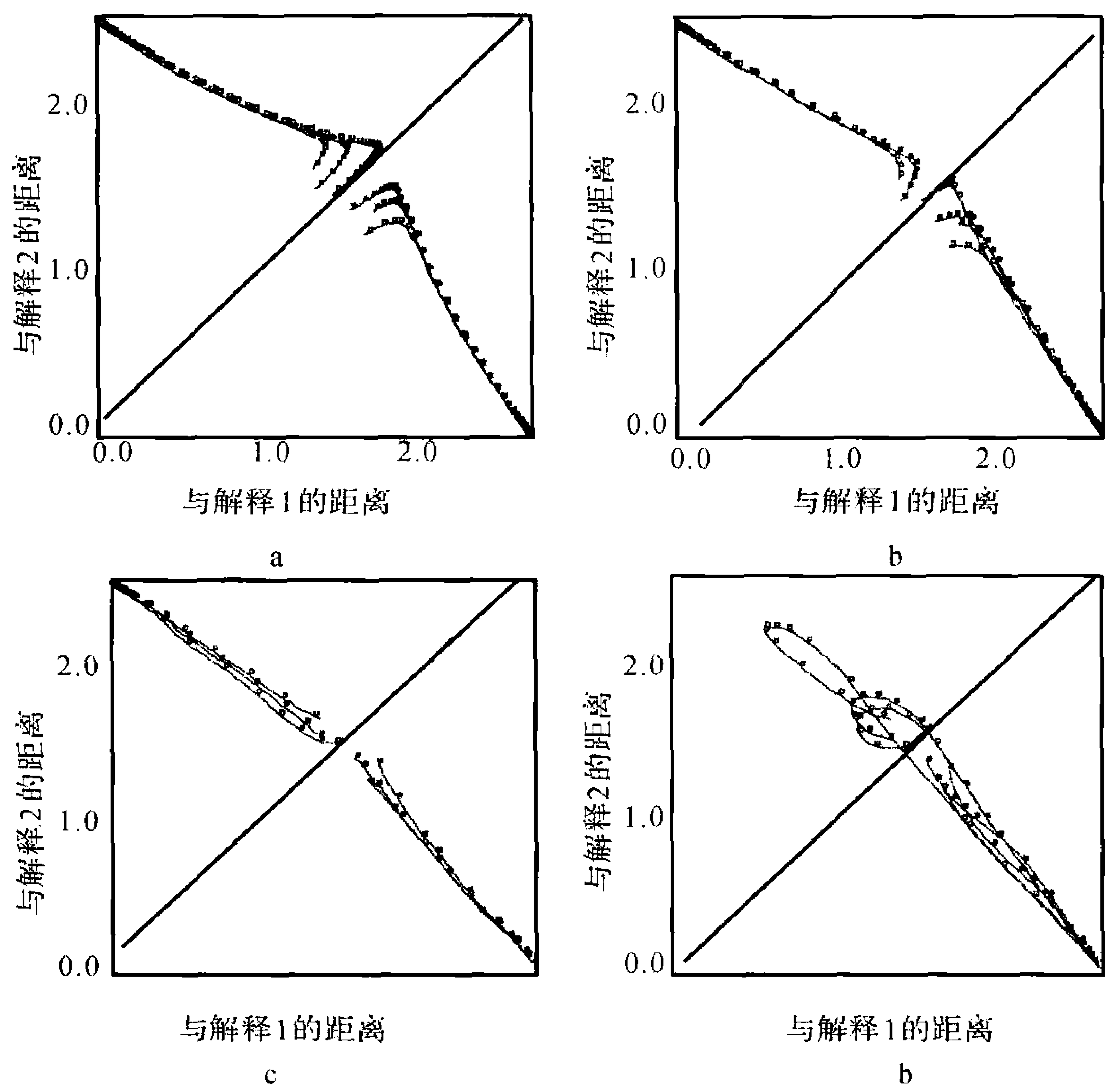



图 5.4　解释空间中六个个体的轨迹。该图中的每个小版图表示相同的六个个体在相同的位置开始。它们之间交流的说服力被操纵着，所有其他的参量不变。在图 a 中，说服力是 0，个体之间没有相互交流，并且都定位于解释空间中最接近其最初位置的解释。在图 b 中，随着个体之间的一些交流，从两种解释开始最接近等距离的个体已经受到支持解释 2 的第三个体的影响并且已经跟随着它们到达这种解释。在图 c 中，在一种较高水平的交流下，不确定的个体已经被支持解释 1 的两种个体所俘获且跟随着它们到达那里。在图 d 中，随着说服力移动到更高，更加接近解释 1 的这些个体开始朝向那种解释移动，但是当它们朝向解释 2 移动变得更加确信它们自身的解释时，说服力与其他的交流也朝向解释 2 移动。在高说服力条件下，系统表现出与个体相似的确认偏差。

254　系统在概念空间中的速度。它们在团体中加速向可获得的解释移动（有时朝向一边，有时是另一边），一旦到达，它们仅仅会对环境中得到的额外证据作出一点反应。图 5.4b 表明了这样一种状态：当其他网络系统的结果影响到其中一个网络系统时，它就改变解释，当交互网络系统联结力增长到更大时，未确定的个体就返回到其原初的解释（图 5.4c）。随着说服力越来越大，

开始朝向解释 1 的网络系统纷纷回退，显现出一致意见并全部涌向相同的解释。达到之后就保持现状，不为从环境中得到的任何数量的证据而有所变动(图 5.4d)。在高标准的说服力下，这种系统因此比任何单独个体显示出更加极端的确认偏差形式。回顾前面的内容就很容易解释其中的原因了。当交流的水平或标准足够高时，这种网络系统的团体作为一种大的系统而采取行动，该网络系统从环境中接收相似的输入且在解释空间中开始互相接近。不管网络系统从何处进入解释空间，它们都相互联合且非常紧密。因为它们处于连续不断的交流中，没有机会使得它们中的任何一种形成与其他类型非常不同的解释方式。一旦达成一致，它们就会保持一致，即使它们不得不改变想法以达成一致。当网络系统之间的联结力增长到远远超出网络系统中的联结力的程度时，所有的网络系统都会形成一种不连贯的共享解释。在这种条件下，与其他网络共享一种解释的重要性超出了达成一种连贯解释的重要性。

于是我们可以很清楚地看到，如阿西莫夫所描述，一个超大心智将比任何个体心智更倾向于确认偏差。这种心智可能在融入解释并且一旦融入解释后，显示出一种绝对不能被纠正的确认偏差。在真实的人类团体中，交流的足够丰富会导致这种类型的集体病理学吗？也许是的。即使是在个体网络系统中，单元作为一种连贯的解释形式，所表征的假设并没有得到环境中邻近单元和整个连贯图示得到的直接支持。这种众所周知的个体认知的影响似乎在某些团体条件下更加有力。巴克霍特(Buckhout，1982)要一组团体对一个犯罪事件中的嫌疑犯进行复合式的描述，所有的人都目击并汇报："团体描述比个体汇报更加完全，但是会产生更重要的委托错误(error of commission)：是不正确和老套的细节的混合。"看上去团体成员比他们在单独行动时更习惯于一种连贯的解释。这正是在模拟中的网络系统所发生的。 255

当然，这种极其紧密的联结非同寻常。下一节就将考虑这样一些案例：获取证据的有趣的分布、温和的交流联结力、部分的相互联结模式(也就是说，个体并不谈论它们所知道的每一件事，只谈论一些重要的)，还有并不连续的交流。

**产生多样的解释**

确认偏差所存在的问题就在于它阻止了生物体探讨更广范围下的可能的解释。尽管所遇到的第一种解释可能最好，解释空间的研究可能揭示出另外一种更加适合的可能证据。这种研究如何完成？我已经表明，在缺乏交流的情况下，解释由个体网络系统所形成——因为每一网络系统表明其

自身的确认偏差——取决于概括了个体网络特征的三个参量:潜在的约束结构、环境证据的通道、活跃性的最初类型。如果团体由按照这些参量中的任何一种互不相同的个体所组成,那么团体中多样的成员可能会形成不同的解释。因此,只要团体成员之间的交流不太丰富,就很容易产生多样的解释。

## 达成决策问题的组织性解决方案

一些机构不会轻易地允许团体没有达成一致意见的情形,即哪种解释作为现实的表征还没有达成一致的意见。在某些条件下,团队成员的行为是最基本的,即使一些成员仍持保留意见。例如,一个飞行组的成员必须互相之间调整他们的行为,还要对环境的状态有一个单一的解释,即使其中的一些成员怀疑他们所采取行动的解释的正确性。这种机制可能面对的问题是确保一种共享的解释在某段合理的时间中被采纳。

256

### 层　次

达成决定的问题最普通的解决方案就是准予特殊的个体——权威人士来宣告事实的本质和真相。当相关的事实被社会性界定时尤其容易看清——如法律,其中重要的案事状态(有罪或无罪)的存在仅仅是因为一些权威人士(法官)认为其存在。但是这种解决方案也适用于物理事实,在时间压力或其他因素需要一个特定解释的约束的时候。第二个例子源于两种描述:第一,团体的其他成员可能对权威提出证据;第二,权威的行动是自主的。下面就是该主题下的两种模拟实验:

*无交流的层次*

假设团体的所有成员尝试着形成一种解释,但是网络系统有一个权威为所有的成员确定了事实的属性。解释情形的认知工作可能是社会式分布的,即允许解释空间中的探讨比有确认偏差的单一个体的探讨有更大的选择性;然而,如果选择性解释之间从未有相互联系,更广泛的研究也就从来不会发生了。由团体达成的决定只不过是个体的决定。你可以把这想象成一种“国王”或“独裁者”的模型,但是缺少交流也并不被认为具有上述的属性。先前讨论的舰船冲撞事件就是此类例子,案例中群体形成的对情况的正确解释一直都未曾到达有权威的个体层面,这个有权威的个体可以来选择群体必须组织其行为而采用的现实模型。

*有交流的层次*

257

该情形通过模拟改变交流类型而建模,使得其中一个网络(处于权威位置的网络)从其他网络中得到输入,但是其他系统却并未彼此得到外部输

入。在这些条件下的模拟中,作为权威的网络将跟随由其他网络所提供的证据的重要性(图 5.5)。当其他网络在解释空间中移动时,由其他网络表现的证据重要性的重力中心也随之移动。其他网络依靠说服力与权威交流,可能从一种解释牵引至另一种解释,或者甚至改变其关于哪一种是更好的解释的设想(图 5.5c)。因此,权威成为认知设备的一种特殊形式,其在概念空间中的每一个时间点追踪整个团体的重力中心。在说服力的每一个更高的层次上,这种权威网络系统可能为两种强制性解释找到证据,也可能被一种状态所吸引,该状态对于表现两种解释的所有假设的单元个体而言有很高的活跃性(图 5.5d)。

258

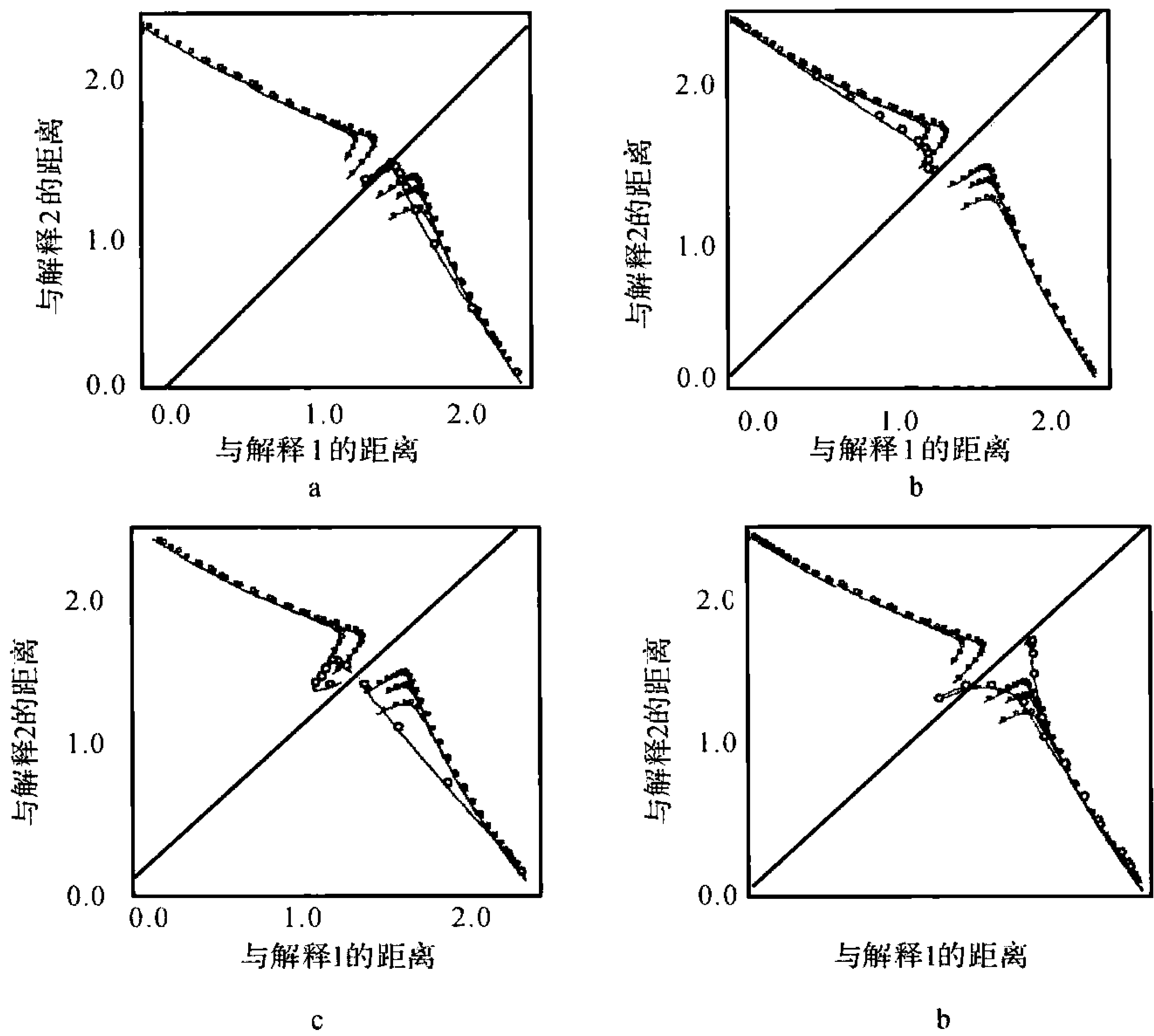



图 5.5 一种权威的轨迹。权威(以一种开放的循环绘制)是一种从其他网络系统中接收输入的网络系统。其他的网络之间并不进行交流。权威跟随团体解释的重力中心。在图 a 中,随着从属的低说服力,权威趋向于解释 2 的第三个参量。在有更多的说服力时,如图 b 中所示,就会跟随以更快的速度移向解释 1 的两个参量。而随着继续增多的说服力,开始朝向解释 1 但是最终还是被解释 2 所吸引了。图 d 表明有非常高价值的说服力所发生的事情。权威首先被解释 2 吸引,但是已经到达解释 1 的两个网络系统使得权威可能忽视那种解释要素,而且权威趋向于这样一种状态,即对于表现两种解释的所有假设的单元个体而言有很高的活跃性。

## 一致意见

贵格会(Quaker)决策规则——全体一致或根本不一致

想象这样一个世界,在此世界中每一个网络系统每次只能参与环境的唯一一个方面,但是所有的网络系统在它们所参与的方面的基础上可以相互交流它们所形成的解释。更进一步假设,环境中与某种解释(称其为最佳解释)相一致的信息比其他解释要多,那么,当任何单一个体的单独行动偶然地参与到与那种解释相联系的环境的某方面时,或者当其偶然地预先偏向于那种解释时,才能实现最佳解释。如果有许多的网络并且每个所选择的环境都是随机的,那么平均起来,它们之中更多的将证明支持最佳解释,而非任何其他解释,因为通过定义,最佳解释获得最多支持。如果在这种团体中的网络从一开始就以高带宽形式相互交流,它们将如同盖亚系统一样活动,以团体的形式涌现解释,此解释不管证据而最接近它们预先安排的重力中心。然而,如果它们被允许暂时以其自身的方式参与到可能的证据和它们的预先安排之中,然后相互之间进行交流,那么它们将首先在环境中采集信息,然后(以团体形式)走向最佳支持的解释。图 5.6a 表明团体首先探测空间(两个网络系统几乎到达解释 1),然后随着交流的说服力增强,在解释 2 上达成一致。团体状况下的个体行为不仅仅与孤立状态时不同;团体的行为作为一个整体也不同于任何个体,因为团体作为一个认知系统已经考

259

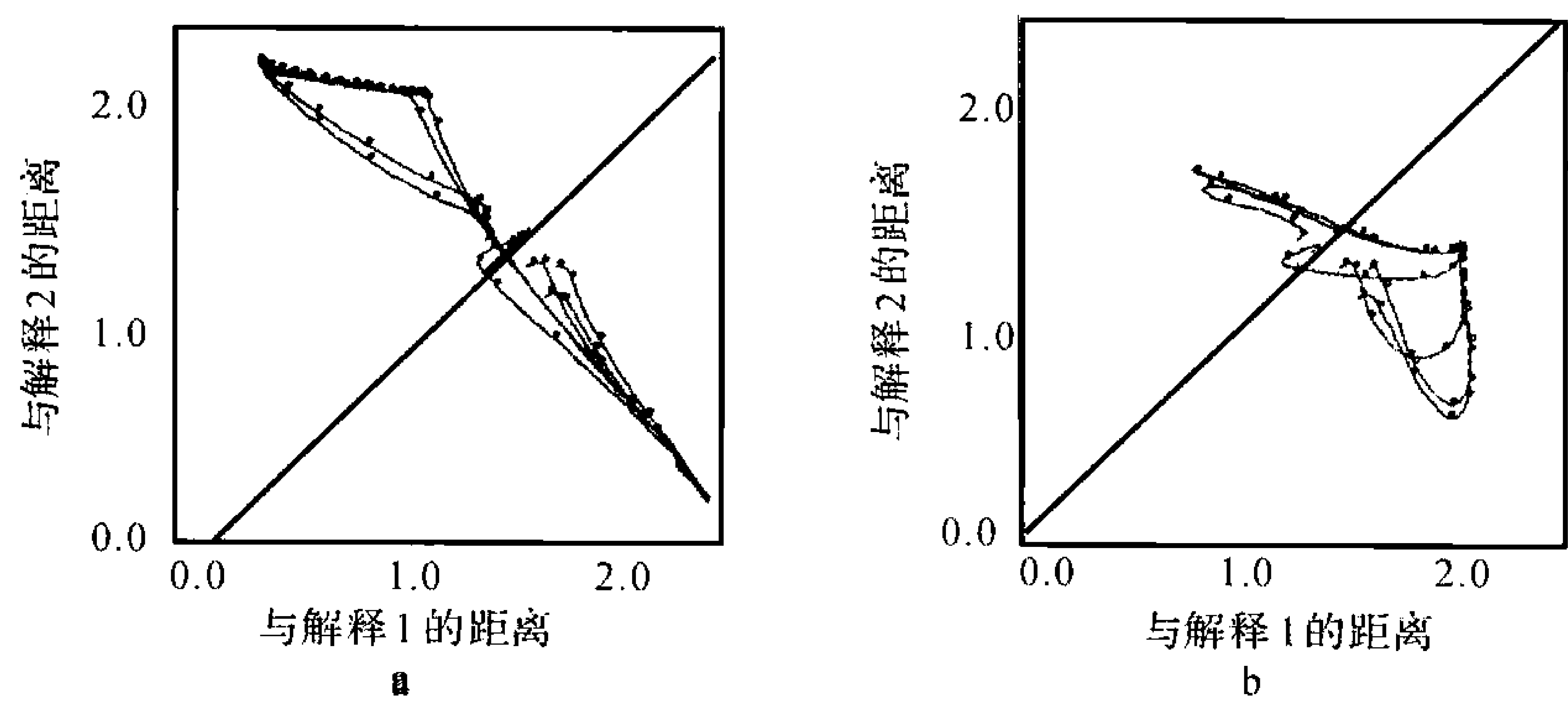



图 5.6 随着一致意见的多样性的产生。在该模拟中,网络系统不以交流开始。随着时间的变化,它们交流的说服力增加得很快。图 a 表明一些个体在被其他个体强制移动到解释 2 之前,几乎达到了解释 1。意见的多样性被解决而达成一致意见。图 b 中,网络系统再一次开始探测解释空间,这一次在交流的说服力中增加为更快的速度。网络系统实现了一致意见,但是一致意见所达成的解释并不适合任何一种连贯的解释。

虑了多种证据，而每个个体只是考虑了唯一的一种。

模拟暗示了解决多样性解释方式的两方面的缺陷和不足。第一，如果一些个体在交流开始之前就达到了相互冲突的非常合适的解释，但是却根本没有解决办法，它们可能仅仅只是停留在它们已经形成的解释上。有时这种“难例子(hard cases)”能够通过改变团体中通向证据的分布方式而被移 260 除，也就是给出使固定网络直接通往与其现有解释相矛盾的证据。然而，这可能只是使得网络系统趋向于对情形没有连贯解释的状态(图 5.6b)。

概念空间的人口统计数据(demographics)：投票式

建立一种遵照团体行事的解释的另一种方式依赖于测量概念空间中团体的人口统计学数据。在最初状态下，团体的成员散布在概念空间表面。每个成员的开始位置由关于情形的预想而定义。一些可能开始更加接近一种解释，另一些更加接近另一种解释。每一个成员都在概念空间中移动，试图满足其自身内在图式的约束力和可能的外在证据。这种运动通常朝向由潜在图式定义的连贯解释。如上所示，如果团体的成员是在进行相互交流，它们可能影响相互在概念空间中的运动。为决定哪一种解释应该被当作现实的表征而建立一种机制，这种机制可能以团体成员在概念空间的位置为基础。如果大多数的成员有或接近一种特殊的解释，这种解释可能作为团体的决定而被选择。当然，这就是一种投票式图式。

一种大多数—规则投票式图式通常被当作产生相同结果的方式，这种相同的结果将通过继续的商谈而产生，但是减少了交流。在这些模拟中，投票并不总是产生相同的结果，而将通过进一步的交流而完成。因此能够很容易从事实中推论出来，为团体既定的状态投票的过程的结果总是相同的，然而共同体既定的状态在团体层面上，将来可能通向许多不同的结果(依靠时间过程和随后的交流带宽)。

## 用于组织的一个基本权衡

许多真实的机制看上去都是先形成这些方法中的一个或另一个，用于首先形成然后处理各种解释。明显地，真实的社会机制因为许多原因而被组织。例如，各种分配权威而作出解释图式的政治性结论是每个机制实际 261 执行任务的重要方面。我并没有断言机制就是它们存在的方式，因为它们产生特殊类型的认知结果。要点就在于社会组织，无论怎样被产生，确实有能够被描述的认知结论。通过生产组织的观察结构——这个大的组织中有为解决各种解释的明确机制——社会演变可能告诉我们，在某些环境中，长期的犹豫可能比某种层面的错误的一致同意更加不具备适应性。这可能就

是认知生态学(均衡系统)中的基本权衡。社会组织或者更加精确地说,权力分布界定了真实情境,决定了权衡空间中的认知系统的位置。用来界定真实情境的权力在“水平的”结构中广泛地分布着,因而对于解释的多样性和对于不确定性来说都有更大的潜力。而权力在“垂直的”结构的顶点被集中,因而对于解释的多样性来说就只有较少的潜力,但更有可能的是,一些解释将找到大量的确定性证据,然而非确定性的证据将被忽视。

当需要探求解释空间和解释的一致性时,系统典型的有两种操作模式。第一种模式具有达成解释多样性决定的能力。系统中的参与者在相对孤立和平行中前行。每一个参与者可能遭受确认偏差,但是因为他们是独立进行的,系统作为一个整体并不显示确认偏差。第二种模式打破了参与者的孤立并提出解释来驳斥证据,目标是为了避免在可能有更好的解释时还错误地坚持某种解释。该模式处理赞同单个解释的意见的多样性,这种多样性代表情形的新的实在性。通常这两种模式在时间上是分离的,并且以不同的社会结构安排为标志。

## 5.6 小 结

在本章中,我试图在团体层面上,为思考认知现象采取一些试探性的步骤来建立一个框架。模拟模型既是一种符号系统,使人们清楚地理解参与了兴趣现象产生的理论的构造,也是一种用于调查普遍可能性的动力工具。262 模拟表明,即使是持有个体不变的认知属性,团体也可能显示出非常不同的认知属性,这取决于交流在团体和时间内如何被组织。团体在形成一种多样性解释上比任何个体要好,然而,在已经形成一种有效的多样性后,他们要面对问题的解决。从这里提出的观点来看,几种公认的社会组织提供了关于探讨解释空间和发现最好的可获得的选择性的解决办法。

所有的策略通过结束持续的高带宽交流而克服确认偏差工作。不管策略是在社会组织中,外在人工物和个体交互作用中,还是内在媒介结构的使用中被执行都是正确的。

在本章所提出的模拟中,团体水平的认知属性的影响不由个体内在结构单独产生,也不由个体外在结构单独产生。更确切地说,团体认知属性由个体内在结构与外在结构之间的交互作用产生。所有的人类社会面对认知任务都远远在任何个体人员的能力范围之外。即使是最简单的文化也比任何个体一生中可能学到的包含更多的信息(罗伯特,1964;迪·安德雷德,

1981)，因此学习、记忆、传播文化知识的任务都不可避免地被分布了。超越个体能力的认知任务的执行总由分布式认知的社会组织所形成。在没有分布式认知的社会组织下完成任务并非一种选择。实际使用的社会组织可能适合或不适合工作任务，可能产生需要的属性或反常情况，也可能被详细说明且很稳定，或者可能不时会有改变；但是无论认知能力在何时被分布，或无论什么人在决定执行任务的系统认知属性时扮演角色，这种组织都会存在。

# 6 作为学习情境的导航

263　和平时期军队的首要功能是保持所谓"时刻准备就绪"的状态，军队的建立是一个包括许多威力巨大的武器系统和其他装备的庞大行动。要使独立的舰船、飞机、导弹、炸弹结合在一起发挥作用而不仅仅是一堆装备的集合，就需要依靠人的活动。但军队每年都有大量的人员加入和退出，军队系统的人力因素是流动的。因此，即使这个军队有一天可以应付某场战争，但如果新入伍受训的人员不能接替那些退伍的专门技术人员的话，那它可能就应付不了下一场战争。军队人员的高流动性和对专门人才的持续需要，使军队成为一个在文化背景下研究学习本质的试验良田。

## 6.1 军需官的发展轨迹

要学习军需官的基本工作需要大约一年的时间，想成为一名军需官的年轻人有许多关于如何完成工作的信息来源。有些军需官在正式加入战舰前念过专业学校，他们学习一些专门术语和概念，但是没有更多的知识。在某种意义上说，他们只是"受到训练"而没有真正的工作经验。事实上，同我一起密切工作的两位首席军需官说，他们更愿意要那些身体强壮而没有受过任何军需官训练的水手。这样就不用纠正他们在学校时养成的一些不良习惯。大多数军需官都是在岗位上学到该做什么以及怎样去做的。尽管如此，舰船上学到的经验和学校里从工作手册和训练中学到的东西还是有一点相似的。为晋升到更高的军衔，一个新手必须完成涵盖导航全部工作的一系列正式任务；在可以晋升到军阶的下一个级别前，这些必须在一个主管的监督下完成并获批通过。

### 海锚小分队

和其他系统一样，在导航的世界中，新手也必须从合作性工作中最简单的部分做起。新手军需官在说明书的指导下学会看标准航行观察之前，他们已经作为回声测深仪操作员和海锚小分队的罗盘操作员开始学习和使用罗盘。一旦他们掌握了这些技能，他们就会学习更为复杂的工作，另外一些新手就会接着做他们学过的工作。一项复杂的工作会分解成多个不同的程序，让一个不熟练的新手也可以参与到这项复杂的工作中。海锚小分队的工作按其复杂程度递增的顺序，依次是： 264

- 使用回声测深仪
- 判断方位
- 记录导航日志
- 调整和记录方位
- 绘出方位和规划航位推测法航线

上面的工作清单就是一个新手要经历的全部工作。有趣的是，在团队最基本的计算、定位系统中，也遵循着上述信息途径。最简单的工作包括获取已知数据，而处理这些数据则是一些更为复杂的工作。军需官在处理已知信息时会遵循相同的原则，尽管时间范围不同，但这对整个系统探测、诊断和纠错的能力有重要的影响。但是为什么这样说呢？我们下面需要考察由军需官发展模式所产生的知识分布。

## 6.2　系统属性

### 知识的分布

分析家们通常认为在合作任务中，知识在个体之间的划分只能以一种详尽和相互的唯一方式进行，即个体知识的总和等于总的需要量，个体之间没有重叠的部分。对于基本循环定位的输入部分所需要应用的知识，就是音响测深员、方位记录员和绘图员三人的知识。可以设想这样一个实验，把不同的人依照上面的角色培训，然后让他们在一起开展交互行动。假定受训的人除了受培训的知识外没有一点其他方面的背景。这样会导致他们的 265

知识没有一点交叉分布，如图 6.1 所示。当然，也可以用该方法安排人员组成一个工作系统，但这种情况只能出现在设计的实验中。在实际情形中，这是很少见的知识分布模式。更常见的是，在个体之间大量的知识共享需要更多的专家级工人所掌握的知识彻底包含那些经验少的工人所掌握的知识。在知识分布光谱的另一端，可能会有这样一种情况，体系中的每一个人都了解系统中的每一件工作。当然，这种情况也比较罕见，要维持这样一个系统，代价会过于高昂。

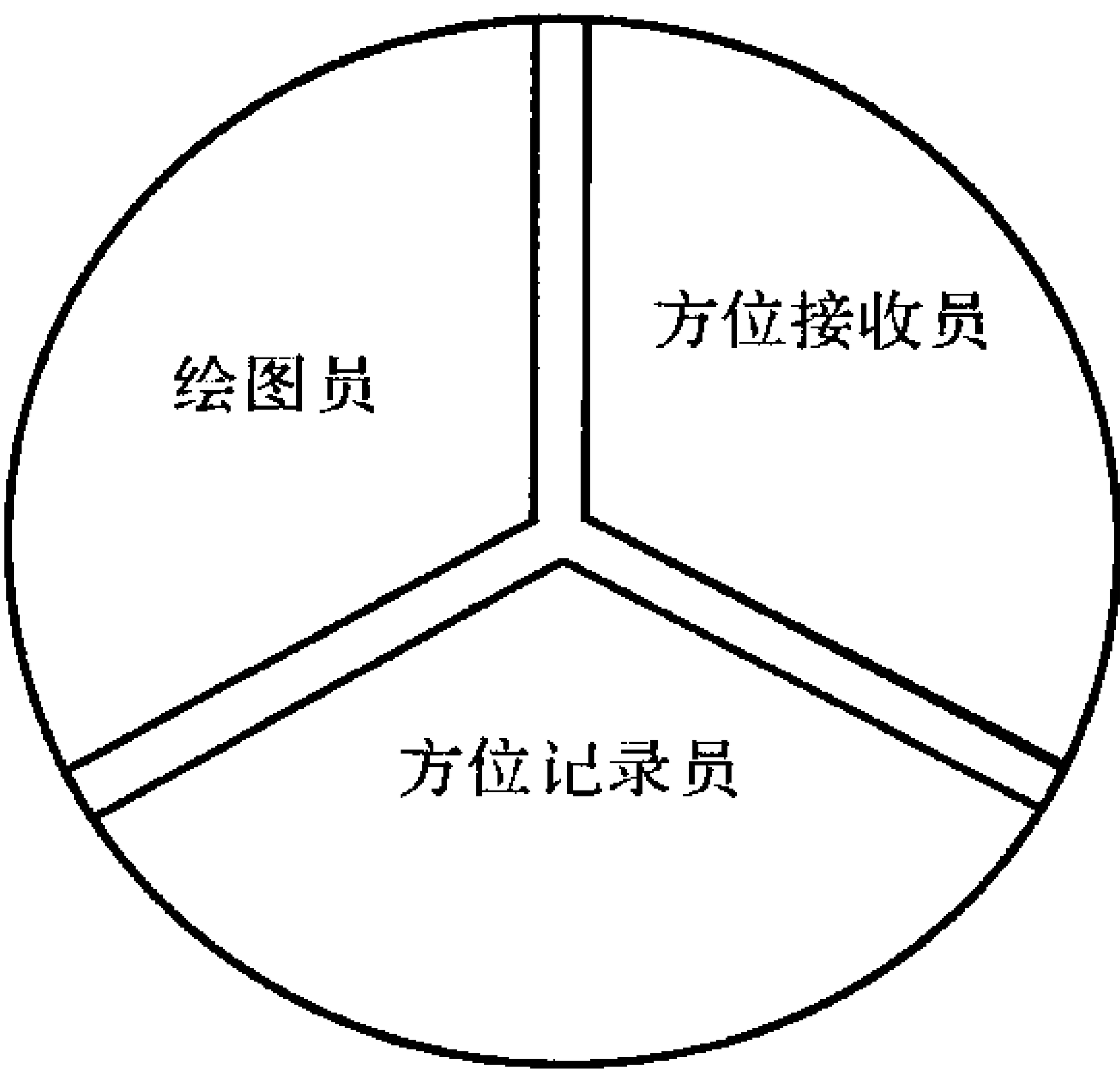



图 6.1　导航团队成员中不相重叠的知识分布

在许多人力系统中，任务执行小组的人员对所从事工作非常熟练后会转到另外一项工作，让那些不太熟练的人从事他们以前的工作，他们则代替那些在此前离开或转到其他工作的更专业的人员。我们在研究军需官导航技术发展时就观察到了这种情况。一个称职的罗盘操作员知道怎样做好他的工作，但由于他的工作与方位记录员是部分重叠的，他也知道一些方位记录员的工作内容(如图 6.2a 所示)。方位记录员知道怎样做好他的工作，但他也了解音响测深员的全部工作内容，因为他以前就是一个音响测深员。而且，他也知道许多绘图员的工作，因为他与绘图员一起使用海图桌，而且可能在标准航行观察的指导下也会做一些测绘工作。方位记录员的知识如图 6.2b 所示。最后，一个称职的绘图员知道怎样做自己的工作，而且他也知道音响测深员和方位记录员的工作，因为他在升到绘图员之前，也曾经是音响测深员和方位记录员，绘图员的知识如图 6.3c 所示。这些个体专业知识总和的分布情况见图 6.3d。这样，在这样的体系中，个体由于知识增加而转移到其他岗位会导致一种知识交叉的模式。入门级别的知识是最基本的，而专家级的知识则相反。

266

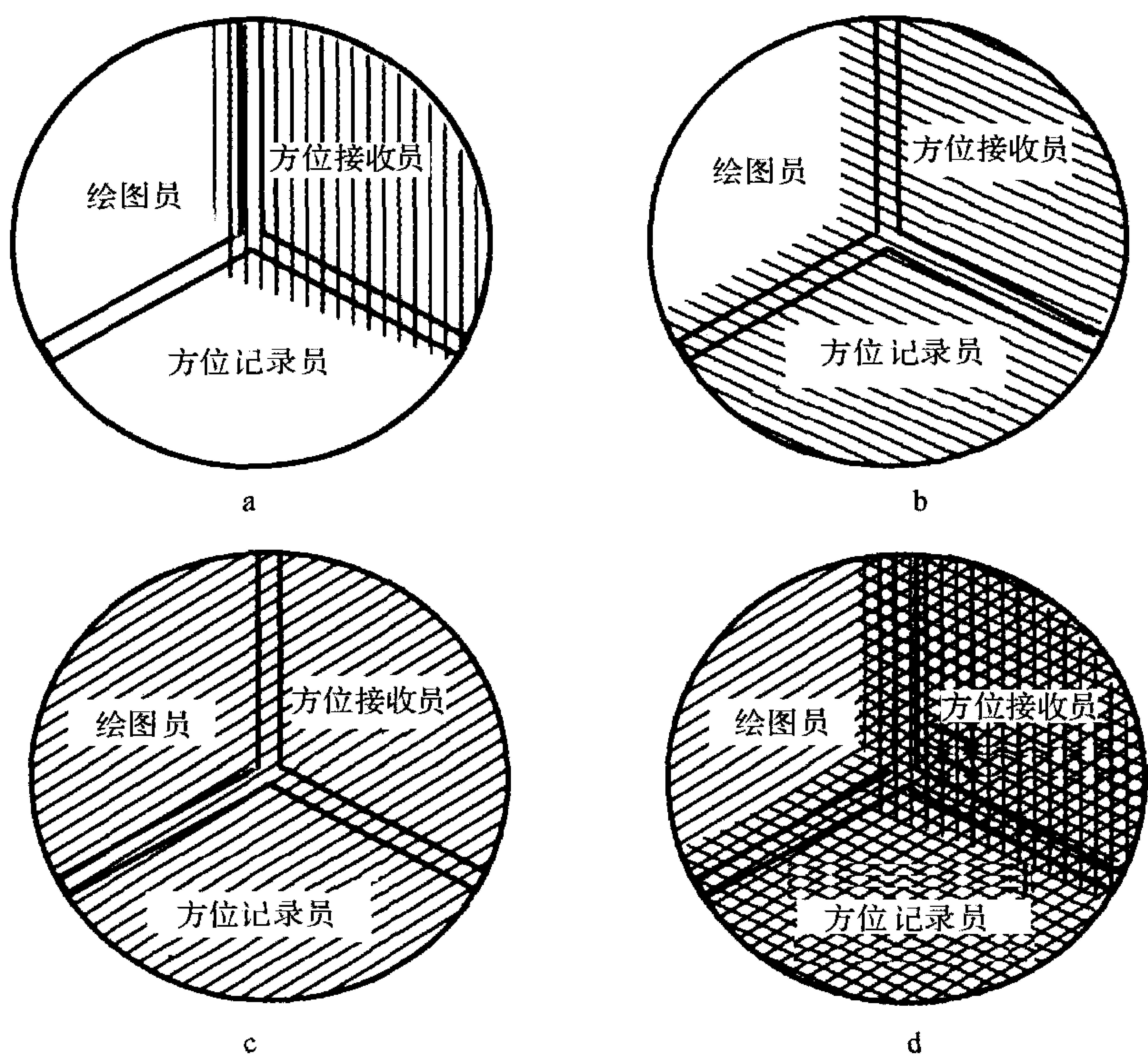



图 6.2　导航团队成员间知识的重叠分布。(a)方位接收员的知识。(b)方位记录员的知识。(c)绘图员的知识。(d)整个系统的冗余覆盖分布。

## 任务的分解

工作分布的结构也会制约学习的环境，一项任务如何在任务执行者中进行分配，对完成任务的效率和获取知识的效率都有重要的影响。例如，如果一项任务的分解切断了高带宽交流的线路(也就是说，为了完成任务需要在不同人员之间分享知识)，那么任务完成得好坏可能会受到个人之间交流的瓶颈限制。一项任务的哪个部分需要与其他部分交流，何种类型的结构可以在有效的交流媒介中表征，都对任务分解的最佳方式有重要的影响。在第 4 章的情境中，当不熟练的罗盘操作员试图找到外部世界的陆标时，他搜寻了交流的各种方式这一更大系统的计算结果。本章分析了团队中的个体初学者对这些相同情况开展学习的含义。 267

如果罗盘操作员已经学会怎样找到陆标，那么他们就会忽略一些细微的信息，他们所要知道的就是陆标的名称。如果罗盘操作员对陆标的位置

和特征不能肯定，那么他们就需要更多的信息。在下面的例子中，右舷罗盘操作员需要更多的信息来澄清对一个陆标特性的模糊判断（在交谈中，SW代表右舷罗盘操作员，S代表作为方位记录员的合格观察者，他们通过电话线路交谈）。

SW：在左边的那个还是在右边的那个？
S：在左边，看到了吗？
SW：好，我看到了。

当对知识的困惑或缺乏情况更严重时，通过简单的交流或电话线路里的正确信息已经不能解决问题了，必须有人来到船翼，向罗盘操作员指出在哪里找到陆标。不久之后，在同样的海港出发时，右舷罗盘操作员就找不到第十大道出口的北端了。水平最高、同时也是团队中等级最高的方位记录员C来到船翼，给他指出方位。C把手放到SW的肩膀上协助他指向正确的方向。

268

C：一直向前看，北方那个。
SW：好的。
C：如果你看不到灯光，就沿着码头切线的方向向右看，那边码头的最末端。
SW：好的，码头，那儿有两个……
C：对，那儿就是我们要找的方向。
SW：好的。
C：那儿应该能看到灯光，如果你看不到，就沿着码头切线的方向。

在该例子中，口头和手势交流提供了额外的定位信息。而且，这些指令包括在下次观察可能会看到的东西，并且当罗盘操作员看不到码头的灯光时，还会被告知应该如何去做。

## 观察视野

交流通道和其他活动的观察限制对知识获取的过程有很大影响，因为它决定着任务环境的一部分，而这对每一个任务执行者来说都是有效的学习内容。任务部分的外部界限就是每个团队成员可以听到或看到的，也就是成员的观察视野。

**开放的交互行为**

L是一个导航日志的记录人员，在导航的早期阶段，他曾经做过一段时间的方位记录员，但做得并不好，因为尽管他急于学习该工作所需的知识，但是这项工作要做过导航日志记录员以后才能接触。方位记录员最重要的工作之一就是要知道在什么时候船翼罗盘操作员可以看到特定陆标。这一判断的复杂性在于导航桥楼窗户外面的曲面镜恰好位于左翼罗盘操作员位置的前方。司令官们坐在导航桥楼就可以通过镜子看到整个飞行甲板。但不幸的是，这个曲面阻碍了左翼罗盘操作员的前方视线，方位记录员必须从他在海图桌旁的位置判断方位，而不论左翼罗盘操作员的视野中所选的陆标是否被曲面镜干扰。

269

L和C(绘图员)、S(方位记录员)一起站在海图桌前。舰船正好驶入港口，导航团队在开展一个两分钟间隔的循环定位操作，前一个定位确定于36分的时候，这(时间36)已经完成，C也刚刚完成在时间38和40之间的航位推测法追踪。在C的间接协助下，S在决定选取哪个陆标作为下一个方位定位的标准，L在一边站着看S和C工作。在这个交换中他们所作的所有指示都记录在海图上。

1. S：上一次正常吗？好的，压舱点，祖鲁灯塔。
2. C：(时间)38。(在海图上指出DR位置)
3. S：那应该在那儿(指出祖鲁灯塔)，那儿(指出布热沃(Bravo)码头)
4. C：一、二、三，同样的三个，压舱点，布热沃，下一个是哪里？
5. S：(时间)40应该是，巴拉斯特尖岬……
6. C：前面，布热沃。
7. S：和巴拉(Balla)。
8. L：他可能看不到前方山脉。
9. S：是的。
10. C：是的，他可以。等我们能到达那儿就能看到(指向舰船下一个定位的预计位置)。
11. S：在那儿，好的。
12. C：直到那里之前(指出舰船目前的位置)他都看不到，现在是曲面镜的背面，但如果你到了那里就能看到。

因为S和C的行动在L的观察视野内开展，L有机会看到如何选择陆标，而且，陆标的选择是一个开放过程的交互行为，而如果仅仅是一个人作

出决定则不会是这种情况。在第八句对话中，L 提到左翼罗盘操作员可能看270 不到陆标，早在三天前，L 在另一个海锚小分队就提出过同样的看法，即镜面会影响左翼罗盘操作员的视野，C 也同意他的意见。然而在目前的情况下，L 的意见并不恰当，S 和 C 已经预见到 L 提出的情况，他们支持彼此的看法，一起反对 L 的意见。显然，如果 L 不和 S、C 分享工作空间或者没有严格的劳动分工，个人就不能监督和参与到同伴的工作中，L 甚至连这个在某一天会属于他的任务中进行外部参与的机会也不会有。而且，确定陆标的决策是由 S 和 C 的交互行动来引导的，L 的观察视野也得到了拓展。

**开放的工具**

简单地参与他人的工作并不能一直提供从他们的行动中学习的情境。在上面的例子中，工作由绘图员和方位记录员的交互行为完成的这一事实为团队中的其他成员提供了一个机会。简单情况下，工具的设计能影响它们同时使用或示范的适用性，也会因此限制知识获取的可能性。有工具的任务执行者的交互行为可能会向其他团队成员公开，也可能不会，这取决于工具本身的性质。工具的设计可能会改变工具附近的观察视野。例如，由于导航图清楚地描述了位置和运动，它可以简单地“看到”某些问题的解决方法，它以海图的形式提供了相关信息，这样许多工作就可以在概念推论的基础上完成。因为利用海图处理工作是在它的图面进行——所有的工作都在装置的界面上——正如看某人在海图上作业比看他在计算机或计算器上工作更为直观。

工具的开放性也能影响其作为建构工具的使用。当方位记录员选择一系列的来自 LOP 的浅色交点的陆标定位时，海图可以清楚地向他显示行动的结果以及需要补充的特征。图 6.3 显示出方位记录员通过陆标确定的方位，他从舰船的两边定位，而非从船头或船尾定位，这称为正横方位。当绘271 图员绘出方位观看结果时，他斥责方位记录员道：

> C：你把正横方位当作什么了？为什么不指向那里（指向桥楼的前窗外面）？看看你都干了什么！（指着海图）你确定了三个正横方位。你确定了三个正横方位。你最好告诉他们指向前方的某个地方。

当然，一旦方位确定好，方位记录员就会很容易地认识到他的错误的性质。想象一下，如果位置不是用绘于海图上的线条而是用输入计算器的方程式来表示的话，解释陆标分配的不适当将会变得多么困难。

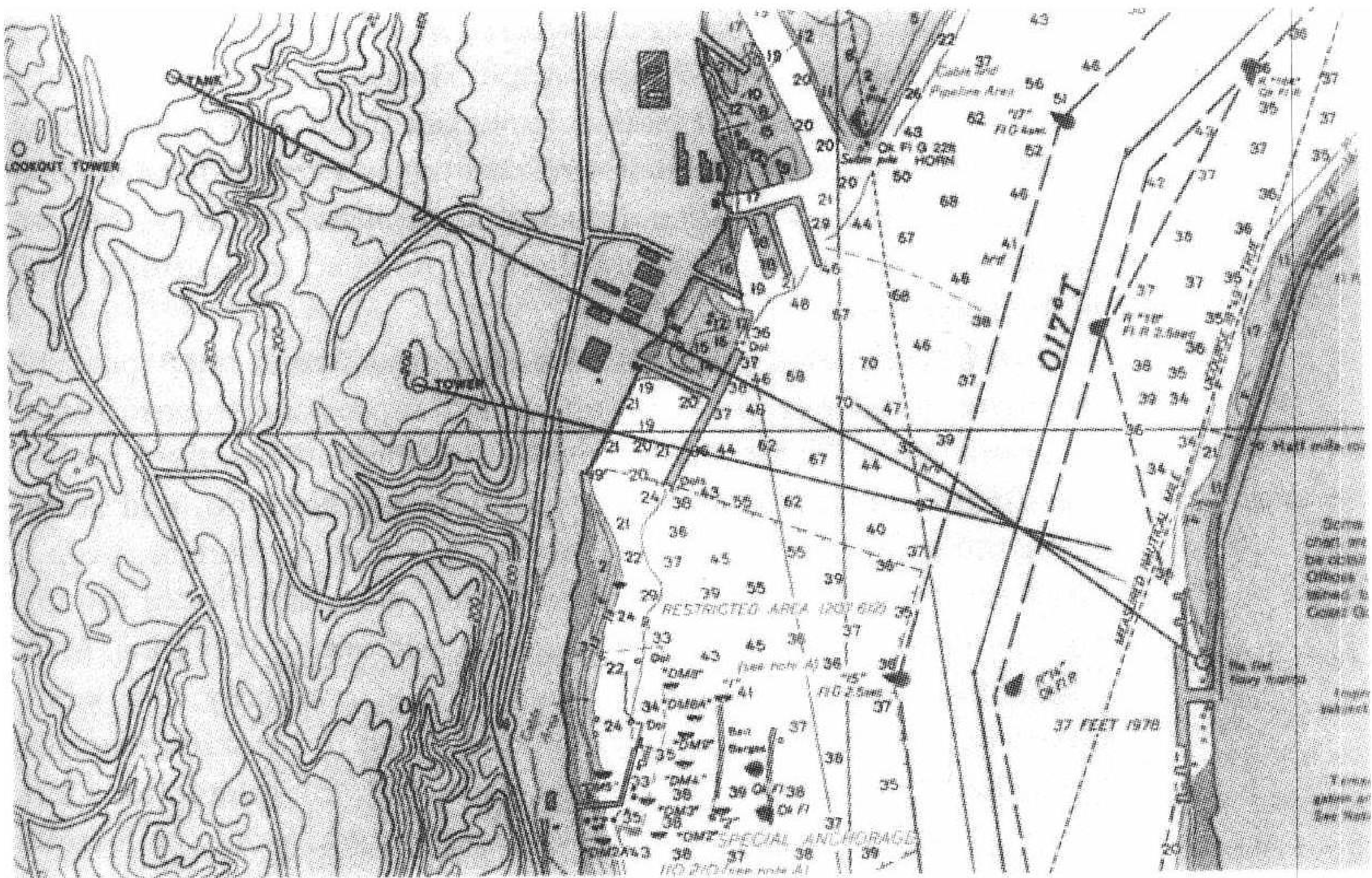



图 6.3　一个正横方位建构的地点。由于海图作为共享工作空间具有开放的绘制性质，绘图员很容易给方位记录员指出正横方位的地点，以及正横方位发生错误的原因。

## 6.3　从错误中学习

大多数对错误的研究着眼于它的减少或者消失。显然，可以采用许多的措施避免或阻止错误的发生。然而在人类系统中，错误却是不可避免的。普遍的，这归因于这样一个事实，我们人类会对我们的工作感到厌倦、困惑、心烦或者注意力不集中；或者出于我们天生就容易以某种其他方式犯错的 272 看法。的确有许多因素导致了错误。但是，在现实世界的合作劳动的系统中，错误的不可避免性有一个更为基本的原因：即这种系统总是依靠在“工作中”学习。哪里有学习的需要，哪里就有犯错误的空间。

合作劳动的自然系统必须生产它们所能生产的任何东西，同时必须再生产系统本身。系统随着时间的过去而改变。有时它们重新组织，有时改变所做的事情，还有时改变工作所采用的技术。即使工作与工具可以以某种方式保持不变，随着时间变化，人类的自然死亡率也会带来员工的变化。最普遍的情况是，相对专业的员工逐渐流失，而新手逐渐加入。尽管工作所需的技术可以在工作之外学习、在学校里学习，但合作劳动特有的互动特征却通常只能在工作中学到。

## 为错误而设计

诺曼(1983,1986,1987)主张由于错误不可避免,所以"为错误而设计"很重要。他说,设计者能够"不经意地……使得犯错误很容易,而发现或改正错误却是困难的或不可能的"(1987,第5章:24)。诺曼建议设计者们应该尽量减少错误产生的原因。从而使"不犯"错误成为可能,同时也使发现和改正错误更为容易。这些建议的每一条都旨在保证当前任务的执行。但是在合作劳动里生产和再生产的更为广阔的前景中,如果对当前任务的错误回应也能以某种方式保证未来任务的执行的话,那么它将是很有用的。也就是说,为错误而设计的另一方面应该是设计出更容易从错误中学习的系统。

这给了我们关于错误的三个层次的设计目标:消除、避免或者阻止任何可能发生错误之处;促进系统从已发生的错误中恢复;加强从错误中的学习以使未来可能少犯错误。这里要维持某种类似平衡的东西。当职业轨道将273 有经验的成员从工作小组中带走、专业技术也从系统中流失的时候,犯错误的可能性增加了。这种可能性的增加必须由另一种发生错误的可能性的减少来抵消,这种减少来自于合作工作组内剩余成员和新成员的学习。

## 控制错误的影响

### 错误的检测

错误的检测需要广泛的资源。对检测错误所需条件的观察表明下列要素是必需的:

途径:为了检测到错误,检测员必须有途径接近发生错误的行为或者错误的迹象。

知识或预测:检测员必须了解所执行程序或者对正确结果有所预测,这样被观察的程序或结果才能被判断是否出现错误。

关注:任何检测错误的人必须关注错误,并且按照预测对其进行监控。

视角:有些视角比其他的视角好,将对于相关期待的有兴趣的关注用于行为预测。

#### 途　径

根据任务结构和成员行为的范围对其他成员开展错误检测是有效的。在下面的例子中,这个小组在前一轮里已经选定了前方山脉(Front Range)、银色大门(Silvergate)和灯塔2(Light 2)作为陆标。S开始移动,这将停止在左舷观察前方山脉,而在右舷观察北岛塔(North Island Tower)。在指示

PW停止观察前方山脉后，S发现SW仍看不见北岛塔。只有在战斗信息中心(CIC)的另一个海员作了一个多余的定位来加以说明的时候，S早已决定压根不去移动陆标而PW误解了情况的这一事实才得以澄清。

S:(对PW)好的，移向银色大门。约翰。

PW:停止观察前方山脉。

S:停止观察前方山脉。(对SW)史蒂夫，加速(3秒)，呃，就坚持2号。

PW:好的

274

CIC:(对S)好的，约翰。你将要确定灯塔2、银色大门和前方山脉，好吗?

PW:是的，灯塔2、银色大门和前方山脉。

CIC:好的。

PW:我以为我们停止观察前方山脉。

S:不，重新观察，因为他在这边(右舷)看不到塔。

PW:前方山脉和银色大门，对吗?

S:是的。

该例子的关键是错误更正的密度可能取决于小组成员的观察视野。这里PW通过电话线路与CIC和S沟通。在这种情况下，如果S与CIC之间的交流对PW不可用的话，问题当然就不能被察觉出来了。

知　识

军需官们随着与所了解的信息流相一致的职业轨迹发展着，现在由他们的职业重叠所产生的知识分布的重要性可以表达为：在系统中，作为个人职业轨迹与系统中信息轨道结盟的结果，如果一个人接近错误，那么他也具备了对产生错误的程序的知识，因为一个人在早期职业生涯中，在他还未达到现在的职位前，已经执行了所有以数据为条件的操作。职业轨迹和数据轨道的调整导致了途径与知识的重叠，这种重叠既不是这些系统的必要特征，显然也不是刻意为之。但是它的确带来了检测和诊断错误的特别有利的条件。

注意力

检测错误所需要的注意力可能会被合作任务的本质推动甚至强制进行。如果向上传播的已知数据的错误没有被下一级发现的话，它们可能会

在海图桌上被绘图员注意到——这部分是因为定位程序本身就是设计用来275检测错误的。任何两条方位线都界定了舰船的位置，但是位置的“确定”常常包括三条方位线。确定位置的第三条线的价值在于，如果错误存在，那么它将会以一个放大的定位三角形显示，从而被绘图员检测出来。当然，单独的错误可能有助于产生一个良好的紧密三角形，而这实际上是在错误的位置上作出的，不过这种情况非常少见。绘图员任务的本质是使错误显而易见。

许多漏洞是被对周边情况进行简单观察的团队成员检测到的。有相似任务的海员之间的竞争可能会加剧。反馈信息可能用来表示竞争，正如下面这个例子，PW 弄错了 SW 的报告顺序。

S：准备标记时间 14。
F：90 英尺
SW：潜水塔 034。
PW：他没有说“标记”啊。
S：标记它。（两秒钟）我已经确定潜水塔的位置，史蒂夫，前进。
PW：洛玛点 339。

此时 SW 应该是在等待“标记”的信号，但当听到“准备标记”的信号时，他却不假思索地说出了潜水塔的方位。PW 斥责了他。随后 S 给出了“标记”信号并等待回应，但这之前糊涂的做法似乎中断了报告的合作，两秒钟内一片安静。确定方位的工作必须不被干扰地进行下去。停止当前做法而去挽回过失将会毁了定位的工作。因为同步观察将会被干扰。为了减小损失，S 承认收到了潜水塔的先前报告并叫 PW 来汇报。

每一个团队成员不仅要对自己的工作负责，而且还应为其所参与过程的所有部分承担责任。但是，既然检测取决于可接近的程度，所以团队成员开展的活动在何处被其他人观察（或忽视）的程度可能会影响到检测错误的效率。检测错误也需要注意力，但这可能是最缺乏的。高工作量的结果可能会包括本身工作失误率的上升（由于压力的影响）和错误检测率的降低（由于关注其他人工作而减少）。

视　角

276　在导航任务中，绘图员考虑和使用方位的方式不同于方位观察员的方式。对于方位观察员而言，方位不仅仅是从望远镜范围的刻度上读取的一串三位数字。考虑这些数字的方位含义也不是必需的。相反，绘图员的工

作就是还原报告中方位的含义，并且综合三个方位的含义来确定舰船的位置。在团队中，不同的工作需要关注可计算目标的不同方面，所以不同的错误也就可能被不同的团队成员所检测（或遗漏）。

在一些舰船上，这种导航团队工作质量的综合评估已经制度化并产生了评估者的角色。评估者具有导航实践的资格，他并不亲自从事导航工作，而是去评估所执行的计算过程和产品的质量。这里在使用评价者的处理能力去做分内的计算工作（可能会达到低错误率的效果，但也有可能冒低错误检测率的风险）与减少其任务本身的处理能力（可能会产生更多的错误，但显然也能检测到更多已犯的错误）之间需要有一个权衡。

评估者角色关键的特性就是评估者具备方法和知识来完成任务，但不直接参与工作中。换言之，评估者关注任务完成的方式，特别是监督整个过程的错误的产生。评估者的社会角色是一种内化于系统中的方式，关注系统行为的某一方面的工作，而如果缺乏该注意的引导，这种行为的某些方面可能无法确定地呈现出来。

**亡羊补牢**

不是所有的补救措施在目的或结果方面都有指导意义。有些简单得就像完成一项工作的需要，不用去查明错误的原因就知道该如何恢复。

另外一些失误补救策略就包括查明错误来源，或许还要清楚地表达出正确的处理方式，这些表达可能也是执行时所需要的。查明错误应该归纳出错者的原因，检测错误的途径和关于错误原因的知识分布。可以确保的是，所检测的大部分错误能被已经经历过错误产生过程的个人检测出来。这给每一个任务执行者提供了与不连续的知识表征系统相比更好的一个基础，来诊断任何观察到的错误的可能原因。当一个错误定位被报告时，绘图员就能检测到它，并有一系列的推测：比如，是否罗盘操作员读错了回转罗盘的刻度，又或者是否方位记录员错译了它而写入方位日志中。这些推测都基于绘图员在各个岗位的工作经验之上。

277

此外，适当建议的组成和传递所需的时间、处理来源、沟通渠道都必须在犯错时或者不久后可以提供给更正者。在导航团队中，错误反馈有时会沦落成空洞的抱怨或要求做得更好的劝诫。如此有限的反馈对于那些已经犯错的人来说用处很少。但是，在任务环境中，这或许是错误检测者所能做的全部。

**从错误中学习**

一个系统能用许多方法从错误中学习。

从检测和纠正中学习

由于检测者从事检测或诊断错误的原因,因此他可能对操作系统的性质有新的看法。不管错误是谁犯的都是如此。或许对那些检测出他人错误的新手而言尤其重要。检测的统一性也十分重要。此外,每个校正的案例都会有机会来发展错误检测的技能,以便使系统避免将来的错误。

从自身错误的纠正中学习

当有人问怎么样对待错误从而有益于未来的工作时,下文是一个十分明显的例子。即使反馈缺少指导内容,也能有助于改进对任务需求的理解,278 而这显然不能仅仅来自纠错行为。这种纠正能帮助学习者归纳出定义正确行为的准则。从案例中推断出一个观点比详尽的口头表述更加重要。有些地方具备探索解决方法的空间,而错误就是其中之一。对错误的回应能引导我们发现隐含在解决方法中的观点。

有益的校正还可以帮助初学者学到修正策略,这甚至可以应用于那些能自我检测的错误。例如,S 和 L 两人一起在标准航行观察上标定路线。当确定定位点为 0745 后,L 确定了舰船会在未来 30 分钟内航行 7.5 英里的路程,然后他进行了航位推测法定位。然而,他把方位 0815 错误地标成了 0800,S 发现了这个错误后和 L 进行了交互的修正。这是个很好的例子,在共同执行的任务中检测、发现错误,然后修正:

S:那不是 30 分钟的路程吗?(指着路线的距离)

J:不,那是 15 分钟(时间间隔)。

S:是啊。从 0745 到 0800 是 15 分钟,但是我们不走那条路线(沿着路线的距离)。

J:不是吧?

S:那就肯定是 0815(DR 点的时间标签),否则,我们就是时速 30 节了。

从他人错误的纠正中学习

当错误在团队合作中被检测而修复,许多参与者可以亲自看到并且从中受益。通过对其他人各方面行为的接近,错误及其修正可以为参与者们提供学习的情境。例如,一个未当过罗盘操作员的回声测深仪操作员,可以通过与罗盘操作员共享电话线路和目击他们的错误及其修正,来学习工作任务的许多知识。在一个由初学者和专家构成的系统中,可能会出现许多

错误，但由于有不少错误更正源，绝大多数错误都能被检测出来。对于那些在错误发生时能运筹帷幄的人员而言，如果以后还要继续在检测和修正这些错误的岗位上工作，看到这些也是有价值的。他们能通过观察他人更正错误而学到如何提供有用的反馈。这样就能促进系统中其他人的持续学习。因此，对于未来的工作，对错误的处理的价值可能依赖于团队中各种成员的观察视野。这种观察能在一些方面得出似是而非的结论：对整体而言，有些错误的非零结果可能确实有某种功能。通常能被检测出来的低级错误一般不会对工作造成损害，然而，每个错误修正的例子不仅对犯错者，也包括目击者而言都是一种学习的情境。 279

### 错误处理的权衡

拓宽观察的视野可以发现更多的错误，但也同时会导致注意力分散而犯更多的错。目前我还不知道有什么方法可以定量地进行平衡，但毫无疑问，识别它们的本质是有效的第一步。

错误的代价包括在当前任务的执行中那些未被检测到的错误的不可预料的后果。即使错误已经被阻止，但依然要为检测和恢复付出代价。某些情况下，这些代价能通过来自检测、诊断和修正过程的裨益而得到一定程度的补偿。这种裨益不是自动的。有些组织系统的方式可以或多或少地比其他系统更易检测出错误，并从中充分修复和学习。

## 6.4 导航能力的社会形成

### 标准航行观察

如第1章所描述的，当舰船远离陆地、导航需要逐渐减少、时间压力也渐渐减轻的时候，导航将以标准航行观察的构造进行管理。这时，新手在经验丰富的海员的“指导”下从事标准观察。根据新手经验的级别，他可能被要求执行军需官的所有观察任务。当他被管理时，活动要接受更有经验的观察者的严格监督，后者一般都在现场，当新手的能力无法达到导航所需的标准时，可以随时提供帮助或者接手工作。然而，即使有经验丰富的同伴帮助，指导下的标准观察仍然需要丰富的知识，所以新手一般在积累几个月经验之后才能从事此项工作。 280

新手的任务是学习如何组织自己的行为以作出胜任工作的表现。在第

4 章和本章的开头部分，我试着说明在海锚小分队的其他成员提供了相关知识的情况下，一个缺乏导航专业知识的新手是如何胜任工作的。这使学习成为双向的文化过程。学习之所以是文化的，首先和最重要的原因是，新手所学到的是一系列通过文化来描述的行为，而且，这在某种程度上还因为系统的参与者对学习过程中需要何种类型的帮助是有所预期的。团队的其他成员为新手提供的帮助是在文化地了解学习的难易程度后构建的。在这个意义上说，个体所没有为彼此做的事情可能和他们所做的事情一样有启迪作用。

在以下的例子中，新手军需官海员 D 在 C 的监督下持续观察。他的工作是填写例行的位置报告和罗盘报告表格。位置报告需要知道舰船当前的经度和纬度。D 不知道如何操作，C 就告诉他在海图上量出舰船当前所在的经纬度，然后向自己口头汇报，随后由 C 把它们记录在位置报告表格上。这里，印好的表格的标记空白部分提示了工作的主要内容，按任务要素的次序自上而下依次填写空格。C 把次级任务安排给 D，并详细地讲解了这个次序的结构。

这里，分析的功能单元由计算需求所界定，包括将数据填入位置报告表格中。完成这项任务的功能系统超过了这项任务中个体参与者的边界。需要协调结构来组织能产生所需（文化地表述出来）结果的一系列行动。问题是：协调结构体现在哪里？以及它是如何与结构的其他部分协调起来开展观察行动的？

首席军需官使用表格这种组织方式来作为统筹行为的一个来源。他使用监督的策略，将项目在表格上自上而下按次序列出。新手通过依次回应长官提出的任务来协调自己和长官的行动。整个工作，包括制定表格、主管（其内在结构——有能力阅读等）、新手（其自身能力——懂英文和能从海图上读出经纬度），是一个功能系统，能完成由文化界定的导航活动。

281

长官对表格的使用既组织了自己的行为，也表明了新手使用这种来源展开组织行为的方式。现在新手依据这张表格，可以复制长官对表格的使用方式，在没有长官的帮助下组织自己的行为。任务的执行还向新手提供了此项工作的经验和下一步完成工作的行动。我们可以想象，有了这些额外的经验，新手就可以记住长官的询问，记住这些言语的意义，并记住能对这些询问作出满意答复的物理行动。在这里，我们有了一个不同的功能系统，来完成相同的导航任务。假设书面表格不在手边的话，但是值班人员想记录表格所需的信息并把它稍后列在表格上，在这种情况下，功能系统就可以通过使用不同的协调结构（值班人员的几种内在的记忆）来提供专门的帮

助。在下一章,我会描述通过经验和功能系统的重组来开展的自身学习。

接着,在填写罗盘报告时,D仍然不知道该如何操作。这项工作是确保回转罗盘与磁罗盘保持一致。也就是从两个罗盘上同时读数,然后调整磁罗盘读数使之与回转罗盘一致后,看看调整后的磁航向是否与所观察到的回转罗盘的磁航向一致。磁罗盘的读数被称为磁航向检查,磁罗盘调整后的数据被称为罗盘偏差。当C填写表格时,他和D有如下对话:

> C:磁航向检查是多少?
> D:090和074(在舵轮位置读出回转罗盘和磁罗盘的数值)。
> C:074的罗盘偏差是多少? 282
> D:东一度(从罗经柜的偏差卡上读出数据)。

通过向D提问,C不仅引导D练习如何从罗盘上读出航向和发现偏差,也引导D了解高一级任务的构成。D知道如何完成任务的一部分,但是不知道如何安排自己的行动。行动组织的某些需要是列在罗盘报告表格的标记空白处的,但是D本人无法利用这个表格。C通过问D那些与空白处有关的问题来解释这些结构。当C(本人依照表格)安排任务时,D就会发挥所长。随着D能力的增长,他既可以完成在这种情况下自己的任务,也可以完成这里C的组织工作。下一次当D遇到类似的工作时,他就可以利用表格来安排自己的工作。当D成为完全胜任的军需官时,他将不会因为组织属性而需要这些表格;他将能说出表格的内容而无需咨询,而且仅仅在核对数据方便时使用它们。

在标准航行观察中,新手管理自身的行为以作出胜任的表现,这里所需要的结构有时是由标准观察指导员提供的。同样的,当军需官们作为一个团队在海锚小分队中工作时,他们也在行动的组织约束下互帮互助。新手能够在标准航行观察中独立担任标准观察时所需要的许多知识都可以从海锚小分队成员之间的关系组织中体现出来。值班人员的工作步骤中对计算的依赖,现在也是对团体成员个人之间的依赖。在某种程度上,新手参与者理解团队工作和团队各种成员彼此依赖的方式,可能就是他与其他人彼此依赖的方式,他学习计算本身以及计算的各个部分彼此依赖的方式。在他知道如何选择合适的定位陆标前,罗盘操作员就认识到陆标必须谨慎选择 283 并在观察前预设好。

在这个体系中,计算的互相依赖就是社会依赖,这一事实至少有两个重要的提示。首先,新手对工作环境的社会关系的理解本身就是一个任务计

算依赖的部分模型。如果人类的心智进化到可以处理社会关系，那么在社会组织中对任务的整合将有助于更好地理解它。莱文森(Levinson,1990)认为这可能与解释性机制的普通策略以及通过社会关系而人格化的其他系统有关。其次，导航团队间交流的行动并不仅仅是关于计算的，交流就是计算。这里，计算的过程与社会交流的过程互相交织。计算向社会的转移是计算的必然结果。

第一点与维果斯基(Vygotsky)关于社会起源于高级精神功能的论点一致：

> 任何高级精神功能都在发展中穿过外部的通道，因为它的开头是社会功能。它是内部与外部行为整个问题的核心……当我们说到一个过程，"外部的"就意味着"社会"。任何高级精神功能在成为内在的之前就已经在某些方面成为社会的了。它首先是两个人之间的社会关系。(维果斯基,1981:162;引自沃施(Wertsch),1985)

维果斯基显然意识到内在的过程不是外在过程简单的拷贝："它的发展不需要说内在化转移了过程自身和改变了结构与功能。"(沃施,1985)。为了更好地说明问题，或者可能因为关注的重点是幼儿的发展，在很多行为理论文献提供的例子中，外部行为的结构是明显的，所需的转变也非常简单。如果我们揣测成人处在更为复杂的社会结构中，其行动的主要目标是顺利执行任务而非接受教育时，学习更复杂的思考策略将会怎么样呢？

284 如果社会过程是内在化的，那么个体心智的信息过程属性与社会的分布式认知系统的属性之间的差异将部分地决定所开展的内在化转移的类型。让我们考察一下在第4章提出的讨论导航活动的个体或社会分布形式所产生的两点差异。

首先，社会的分布式认知有着个体无法实现的某种程度的平行行为。尽管近来的研究表明，许多个体认知可以由大脑多个部分的平行活动来完成，但是在摩尔级的层面上，个体却不能同时进行一个以上的复杂行为，或者作出一个以上的复杂理论假设。这些可以被社会分布式认知系统轻易地解决。最终，不论个人能同时进行如何复杂的平行行为，拥有多个心智的系统都有更大的潜力。

其次，社会分布式认知系统中的个体交流总是通过人工媒介来开展(语言或者其他)，而该空间严重地限制了社会分布式认知系统各部分的交流带宽。由个体交互行为组成的系统具有连通性的模式，其特征是心智的紧密

或不紧密的联系。在人类网络中分布的认知过程必须解决人们之间交流的局限性。

因为社会的构成和交流属性不同于个体的心智，其心理之间的功能可能也永远都不会内化于个体。上文所描述的知识分布是导航团队的一种属性，并通过这种不能内化于个体的分布来得到加强的过程。心理交互层面有自身的属性，有些与其中的任何个体的属性都无关。这当然不是对维果斯基观点的挑战。他并没有说所有的心理交互都会内在化，只有那些没有出现的高级心智功能可能会在社会过程的内在化中出现。

这也许会让人想到是否可能存在无法在社会的交互行为中变化或进行 285 的心理内的过程。找到这样的过程也许会对维果斯基的理论构成挑战，但是除非有对可能发生的变化的限制，否则没有办法来确定这样的过程。

显然，高级精神活动永远不会被作为心理交互的现有形式而被认识到，这仅仅因为它们有丰富的交流，在单一的心智中以某种方式进行，而不可能在心智间开展。这里有一个我们早已遇到的例子：协调地图与疆域的任务，这里的次任务是要分析两个多姿多彩的视觉图像(地图和世界)，然后按照地理和文化特征所描写的一套复杂惯例把它们联系在一起。对于个人来说，他需要两个可视图景表征之间的非常高带宽的交流。很偶然的是，当一个罗盘操作员不知道如何发现特定陆标时，这项任务就变成了社会分布式任务。在这个例子中，罗盘操作员(他可以辨认地形)和方位记录员(他能读海图)的有限交流带宽使任务实际上不可能完成了。海图上范例地点所暗示的空间关系过于复杂，即罗盘操作员不能通过口头表述和视觉观察而将它们对应起来。

当然，考虑到信息的处理量和协调地图与疆域的实际技术，这里的真实困难是在信息稀缺的环境下社会活动的内在化过程。没有对此过程探测更详细的解释，就不能对该案例作出确定的回答。现在，可以做的只是提出在没有外部过程内在化的情况下，内在过程是否可能存在。这样做看上去是将聚光灯直接地照在内在化过程所产生的变化属性之上。

# 7 在情境中学习

287 在前面的章节中，我尽量使认知分析单元的边界超越个体的界限。这样能描述文化建构的技术和社会体系的认知属性。当人们进行认知活动时，这两种系统同时以自身的权利和情境起作用。在对由文化建构的世界进行描述之前，我还不想就个体的属性进行讨论，那些属性在文化建构的世界中曾经得到过证明。但是出于两点原因我认为这样做是错的。

首先，因为认知科学自身必须包括一个可以预见的未来，该未来具有能够产生某种模型的能力，可以观察行为的不可见过程。所以重要的一点是，人类认知体系应该具备正确的功能性详细说明。人们真正地在从事什么样的事情？许多行为科学家似乎认为他们可以通过自省来回答该问题。然而我认为恰恰相反，该问题只能通过对荒野中的认知的研究来回答。因为在实验室中由行为引发的情境表征很少被提及。在每个人普通的一天中，他们到底在从事怎样的认知任务？这些任务是如何分布的？人们在处理自己遇到的实际任务时到底使用哪些策略？目前有许多研究日常认知的文献。这些文献对认知理论的意义就等同于早期博物学家的观察活动对生物学理论发展的重要性。对于情境在思考过程中所起作用的仔细研究，可能改变我们对于人类认知任务特性的观点。

其次，把人类认知行为看作是如此广泛系统的一个内在部分，可以让我们重新理解个体认知的性质。试图解释这样一个广泛系统的认知属性，就一定要提及该系统中最活跃的内在组成部分，否则这种解释就有缺陷。同

288 样，如果只解释内在组成部分的认知属性而不提及更大系统的属性的做法也是不完整的。

人类是不断自我适应的系统，能不断生产和探索具有文化结构的丰富

世界。在导航团队的活动中,人们对环境结构的依赖以及创造是很明显的。这种内外结构的紧密互动向我们表明内外之间的界限、或者个体与情境之间的界限应该被弱化。之所以要分清它们之间的界限,这部分源于某种尝试而产生的副作用,这种尝试把人视为认知分析的独立的个体,而没有首先把人置于文化建构的世界之中。当把个体视作文化建构的世界中的积极分子时,我们就会弱化其中的界限,而把个体视作自我适应体系中非常可塑的一类。在通过移动编码信息来穿过界限、设想个人及其环境的关系之前,让我们先研究包含了个人及其周围环境的体系中各个成分之间的输送、协调、共鸣等过程。现在当谈到个体时,我们清楚地把内外之间的界限绘进一幅画卷中,画卷中的界限并不明显。这些界限通常可以晚一点着手,它们不是最重要的事情。

在本章中,我会尽量试图在一定程度上消除内外之间的界限,并且提供对这个过程的一种功能性描述,这可以用来解释我们在之前几章所说的认知活动中的学习和思考。在这里以及接下来的内容中,内部表征仅仅是由它们的功能属性界定的。我并不承诺要用表征行为的心理机制或计算架构为表征行为建模。就目前我所知道的来看,区分基于已有证据的竞争模型是不可能的,同样的,以在田野调查中所搜集的证据为基础而这样做也是不可能的。

第3章介绍了一个由许多同步协调的媒介复杂功能组成的系统的观点。该章所举的例子包括由方位接收员、方位记录员和其他技术手段组成的功能体系。当研究人员在记录一个被观察的方位时,协调链应该包括陆标名称、对陆标的部分描述、对陆标的视觉经验、照准仪指针、罗盘刻度、方位读数的知识和技巧、电话回路中的讲话声,以及方位记录日志中的数字。在第3章中我尽量描述了那些内在结构的功能属性,但是我并没有提出这个问题:这些内在结构是怎样真正发展为某一特定经验过程的,或者一个值班人员是怎样将正确的事情协调起来而形成有用的功能体系的?在那一章中我还解释不了这些事情,因为我还没有合理地描述这个动态系统的其他(可观察)成分,然而“内部”结构体系就是在这个动态系统中形成的。要处理这些问题需要一个超越个体界限的认知结构。 289

在讨论认知的变化时,正确地分析单位应该包括所考虑的社会化的物质环境。学习是在复杂的体系中自我适应的再组织。在谈到分析单位时,很难不倾向于接受西方所认同的个体是以皮肤为边界的观点,或者更进一步认为个体就存在于皮肤之下,从而将我们与世界隔开并保护我们的“认知”符号系统。但是,正如我们所看到的,这个相关的复杂系统由个体任务

执行者的内外部媒介与过程的协调网络组成。这里所提到的学习的概念很好地表示了置于社会物质世界中的学习，以及在反思时的自我发现。在本章中，我将对作为经验结果的内部结构的形成展开研究。

对解决现实问题的可能方案普遍的丰富性往往会导致人们不去开展田野研究。在实验设计阶段，保证在特定条件下所有相关对象都能共同作用是相当重要的。如果各个对象使用不同的策略解决问题，就很难通过比较在某种条件与其他条件下产生的行为来推测出表征的基础。正如纽厄尔(Newell，1973)所言，不能通过媒介的集合而学习潜在的过程，这是一个困难之处。然而，作为对真实世界的任务的回应，功能系统形成的灵活性本身 290 就是一个重要的认知现象，这也是被很多研究范式所完全忽视的现象，出于某种原因，那些范式有意地限制了可以用于完成任务的方法学科。

本章的重点是考察在导航世界里经常遇到的某类学习任务的学习过程。我将从弱化个体边界的视角出发分析这类学习问题，并且将发生于个体之内的学习看作一种简单的结构性适应，从而使复杂系统中的各部分组织起来。个体学习就是复杂系统中的一部分与其他部分组织之间的传播。有些重组发生在个体内部。只有考察在更大系统中的其他组织，才能够理解重组如何发生。

导航世界的许多任务是用书面程序来描述的。人们在执行任务时使用了书面程序，这就是一种使用人工媒介物的过程。一般来说，人工媒介物位于个人与任务之间。它调解了执行者与任务之间的关系。但是仔细观察的话，情况是更为复杂的。对媒介的中立解读假设了任务与执行者之间可以独立地划界，而不是聚焦于将人工媒介物看作某种"居中"的事物。我会把媒介视作引入任务执行协调的结构要素之一。其他任何用于协调任务执行的结构都可以被视为媒介结构。在这个情境下，很难说清什么样的结构位于哪些任务之间，但是它们确实都参与了整个行动的组织。现在个体学习的问题变成，个体之内的东西是如何作为这些文化结构要素重复交互行为的结果而随着时间变化的。

中介执行的现象是普遍存在的。出于说明的目的，我选择了一个简单清楚的外部媒介装置作为例子：书面程序。在我们的文化里，许多任务都是通过书面程序或类似程序的人工物来完成的，但是即使考虑到所有的书面程序也很难涵盖媒介执行的全部范围。语言、文化知识、精神模型、数学程 291 式和逻辑规则也都是媒介的结构。当然也包括交通信号灯、市场布局以及为他人行为安排的情境等。媒介结构可以置身于模型、观念、社会交往系统及所有的行为中。我之所以选择书面程序主要是因为它在舰船的导航世界

中是典型的人工物，而且为媒介提供了相对清楚的案例，并可以作出相对简单的说明。

学习程序的任务比较有趣，因为可以用各种各样的结构来作为媒介。也就是说，有许多可能的路径来组织功能系统完成任务。当讨论了通过书面程序执行的媒介过程之后，我将考虑其他形式的媒介。这种组织过程执行的宽泛方式引发的问题是：需要什么样的认知结构来适应各种各样功能体系的弹性构造？

研究功能体系的弹性构造这一问题首先意味着认知研究的进路要始于不同的开端。这需要不同的认知视角，并要求我们的认知模型可以用于多种计算。建立一个认知理论的尝试的结果是对文化世界的一种描述，其中嵌入了人类的认知行为。

## 7.1 模型建构的理论视角

我从格雷戈里·贝特森(Gregory Bateson)的理论开始说明认知结构的基本组成部分及分析单元的意义，他说"在回路中含有信息的初等控制系统，事实上，是最简单的心智单元；而在回路中不同转换的是最基本的想法"(1972:459)。

问题是我们该如何限制这些分析单元。这一点贝特森在他著名的拐杖盲人的例子里作了精彩的说明：

> 假设我是一个盲人，而且我使用拐杖。我开始哒哒哒地拄着拐杖，我应该从哪里开始呢？我的神经系统是不是被束缚在拐杖的手柄上？还是在我的皮肤上？还是从拐杖的上半部分开始呢？但是这些都是毫无意义的问题。拐杖就是一个通道，不同的感觉沿着它传递。描绘这一系统的方式，就是以这样一种方式作出限制，即不用切断任何一条可能使事物无法解释的通道。(同上)

292

所以正确的分析单元应该不被皮肤或头骨所束缚。这也包括个人的社会物质环境，而且在活动过程中系统的界限可能会有所移动。暂时的界限也很重要。正如第3章对任务环境结构的分析，对临时内容的分析单元的任意界限也可能会切断一些主要通道，而使事情无法解释。在目前的情境中，除非我们了解参与者在任务环境中的历史，否则很多事情也无法解释。这

看上去与学习的本质尤为相关，因为学习必然是随着时间与环境开展交互行为的结果。

在鲁梅哈特(Rumelhart，1986)所著题为“外部表征和形式推理”的章节中，他提出了一个关于象征处理的观点的建议，与这里提出的观点非常吻合。他们描述了纸与笔使空间一价值(place-value)的增加如下：

> 该操作的每一步循环都首先通过操纵环境来建立表征，然后通过我们优良的知觉仪器来处理这个(事实上物理的)表征，从而导致对该表征的进一步修正。这样我们就把抽象的概念还原为一系列具体的、善于处理的操作……这是真实的象征性处理，而且我们也开始思考那个我们能把握的主要的象征性处理。

他们把内部的象征处理过程解释如下：

> 我们不但可以控制和处理物理环境，而且也会内化我们所创造的表征，“想象”它们，然后处理这些想象的表征——就如它们是外在的一样。

凭着我们对外在象征符号的规则的了解，以及我们关于这些象征符号行为所产生的精神模型，我们能够完成这些操作以及预期可能的操作。随着经验的增加，我们能够想象这个象征的世界，应用我们的知识，从与真实物理象征符号的互动中有所汲取，从而操纵该想象的象征世界。鲁梅哈特等指出：“事实上，我们认为用精神模型来推理的想法是有力的，因为这是一个想象外部表征并对其操作的过程。”

293

这些想法也可以应用于个体之间的交互行为中。鲁梅哈特建议我们可以想象一下交互行为的各个方面，然后来操作或者想象外部的表征：

> 我们可以被教导以特定方式来行动。以这种方式对建议的回应可以被看作仅仅是作为对某些环境因素的回应。我们也可以记住这样的一个指令“告诉我们自己”去做什么。我们以这种方式将指令内在化。我们相信接下来的指令过程本质上是相同的，无论是我们告诉自己，或是被告知做什么。这样，即使在这里，我们也就有了一个对外部表征形式的一种内在化过程(例如，语言)。

导航实践包括许多关于这种指令的案例。在第6章末尾我们给出的例子是，一个新手和专业的军需官如何通过填写表格来安排他们的活动。鲁梅哈特认为那个例子事实上比任何例子都要复杂，但是他们的处理过程也可以应用到这里。在那个例子中，新手通过协调自己与军需官的行为来组织自己的行动。对行动的连续控制的发展也与公共和个人象征系统的联系，以及连接它们的过程有关。

本章中，我将把功能系统视角和贝特森的分析单元理论，以及鲁梅哈特等的外部表征想象的观点整合起来，从而解释内部结构如何形成连续的经验。

## 7.2 构建行动顺序

我们有许多方式来组建一系列的行为，这些行为组成了循环定位。军需官在学校里上的第一堂导航训练课就是如何通过书面的一系列步骤来完成循环定位的连续任务。

许多导航任务的解决方案的程序以所谓“条目”的形式介绍给学员。条 294 目上有标记了的空白位置，要求学员以正确的顺序填写。条目引导学员通过一系列的步骤来对手边的任务提出解决方案。一个首席军需官曾向我抱怨说那些条目没有给学员任何概念结构方面的命令。学习填写条目空白的学员对所做的事情也没有任何概念，并且不能在没有条目的时候执行任务。接下来，我将解释条目不能必要地提供概念上的理解的原因。我也将表明概念化的知识是如何增加到连续知识当中的。

许多军事训练的首要前提是学员必须记住程序中各个要素的顺序，这样才能成功地完成任务。然而，许多对此的解释认为一个值班人员已经“记住了过程中各个要素的顺序”。这可能意味着要素的名称已经被记住了，可以按顺序被背诵出来。也许熟知过程的人可以一个接一个地背出要素，周而复始，就像随着老歌旋律而唱出的歌词。关于程序记忆的另外一个解释包括一系列对要素的精神想象。或许值班人员可以想象所采取的行动，他能看到一系列要素的演变，就像用“心中之眼”观看一部电影一样。然而还有一种对任务要素记忆的解释，包括对任务要素连续行动的动力记忆。可能一个有这种记忆的值班人员可以简单地开始任务，通过观察手边的活动来知道如何去做。关于这一惯用语“记住程序要素的顺序”的种种解释的区别是重要的。在本章我将讨论正确的解释，这可能同时包含上述所有记忆

类型，甚至更多。

为了记住某个形式中的顺序，必须通过某种方式的经历。这种经历可能来自许多形式。第 4 章、第 5 章、第 6 章已经描述了学习环境的组织的许多方面。这里让我们思考这些任务结构表征的不同类型之间的关系。

## 作为媒介结构的书面程序

295 假设一个人使用书面程序组织一项任务，而其所执行行动必须以特定顺序来完成，同时执行前所有将采取的行动必须被全部检查。这里是一个为军需官而设立的标准航行观察的书面程序：

1. 选择定位间隔和第一个定位时间。
2. 选择陆标和定位信息来源。
3. 定位时间前，去海图室记录回声测深仪读数。
4. 在定位时间，观察陆标方向。（首先在靠近横梁处观察陆标）
5. 在方位记录日志上记录观察到的方位。
6. 在海图上标志观察方位。
7. 比较该定位与规划定位。（决定目前效果）
8. 比较该定位与规划定位，测量距离和时间差。
9. 计算舰船速度。
10. 确定舰船方向。
11. 规划舰船在两个方位间的未来位置。
12. 回到第二步重复进行。

在与媒介结构保持协调时，行动者往往会付出一些认知成本。例如，为了使用上述的书面程序，观察值班员必须控制注意力，并且利用他的阅读技能。但是有些类型的媒介执行可能不用付出更大的代价。通过有效利用程序而减少的错误，可能会补偿对其使用所付出的努力。当然，对于毫无技巧的执行者而言，不使用程序的话任务可能就无法完成，因此媒介执行的经济性在这个例子中显而易见。

为了将书面程序作为行动的指南，任务执行者必须同时协调书面程序以及采取行动的环境。要取得与书面程序的协调一致，行为者必须激发心智过程来使用书面顺序。这包括阅读技巧和连续执行的策略，后者允许行动执行者确保步骤以正确的顺序完成，而且每个步骤只能完成一次（如图 7.1 所示）。书面程序的固定线型空间结构允许使用者仅仅沿着索引的轨迹

就可以完成任务，索引中有关于初次未执行条目(或最后已执行)的说明。 296

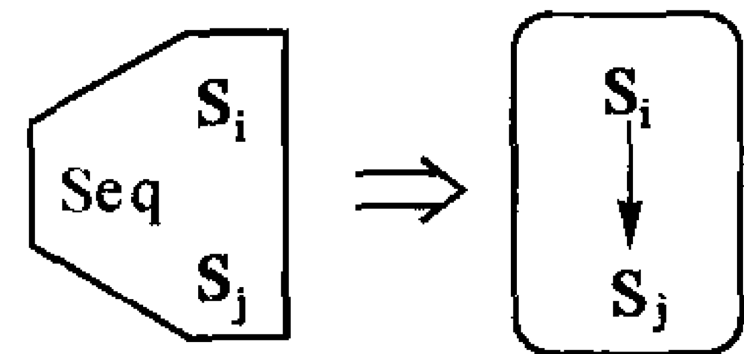



图 7.1 创建连续关系。连续执行策略与书面程序的物理结构的交互行为允许任务执行者以特定的次序获取程序要素。在这里和本章其他图中，细体字是个体的内在过程或结构；黑体字是个体的外在结构。Seq 是连续执行策略。$S_i$ 和 $S_j$ 是过程中的书面步骤。箭头表明左侧条目限制了右侧条目的发展。左侧的不等边多边形表明复杂的协调过程；右侧的圆角矩形表明连续的关系。

书面程序经常提供额外的特征用于维持索引：如当步骤完成时用于核对的方框、在程序间移动的窗口，等等。这样人工媒介物就能被设计出来，而且有着特殊的结构特点，可以通过简单的能产生有效协调的交互策略来分析。如果条目都列在表单上，它们之间的连续关系就来自表单的物理结构与阅读的特定策略(例如，从上至下)之间的交互行为。然而需要注意的是，程序中步骤间的连续关系在表单的物理结构中是不清晰的。它们只有在连续策略的交互行为中才会变得清晰。从上到下的策略产生了步骤中的一系列联系，而其他策略(例如，从下至上)却会从同样的物理结构中产生一种不同的顺序。但是，值得注意的是，有些空间结构会提供一些其他地方没有的简单策略。但如果事物的空间关系允许接受简单的策略，那么它就不需要书面程序。绕行检查一架飞机就是一个很好的例子。在绕行的过程中，飞行员检查了飞机用于飞行的各个部分。这个任务并不需要有一个书面程序来作为媒介，因为飞机各部分的空间安排支持简单的策略，它会产生空间中的次序。飞行员适应这一"流程"或者轨迹，他从登机楼梯开始，绕着飞机顺时针方向走一圈来开展工作。这一路线前方的项目尚待检查，后面 297 的则是已经检查过的。飞行员的身体成为两部分的分割点。每一个交互策略可以被看作是元媒介——也就是说，一个人工媒介物综合了其他媒介物的功能。

在书面程序中，对于下一步该做什么，行动者会在书面程序中运用连续执行策略来确定步骤的先后，或者确定下一个步骤的索引，以便记忆。对于这种索引有两个相关的问题：它位于哪里，内容是什么。这种索引能够在行动者的记忆中编码，或者行动者可以采取某种行为(在书面程序上做标记)。如果索引仅仅是文稿上的标记，记忆的任务就只需要记住这种标记的含义。如果步骤被排序，索引就是数字。这样，在以上例子中，军需官可以记住已经完成的步骤三以前的所有步骤。索引也可以是对步骤描述的词汇内容或

者语义内容，军需官可以记住所有的事情，从而知道确定方位已经完成。各个选择都需要不同的一套协调行动来完成连续执行策略。比如，如果步骤索引的内容是步骤本身的词汇或语义内容，那么寻找下一步（检查所有步骤直到找到未完成的）和建立步骤索引（确定未完成的步骤）就是同一个行为。然而，如果步骤索引的内容是文中的标记，或者是用于记录或记忆的数字，那么就要采取用于寻找下一个步骤的附加行动来建立步骤索引。比如，你必须找到最后一个标记，并且移动到其后的步骤，或是记住那个数字，再增加一位，然后找到与新步骤索引数字相应的所印刷的数字。

尽管应用这种连续策略的主要产物是决定下一步要执行的步骤，然而，无论书面程序是作为环境的客体还是作为用于增进连续执行策略的内部程序，都会在寻找下一步骤的过程中作为行动的结果而发生改变。

当形成步骤索引后（无论以何种形式），行动者可以将该索引与书面程序协调起来，用以关注当前的步骤。尽管使用作为人工媒介物的书面程序的目的，是确保对完成任务时所采取行动的有序控制，但明显的是，将书面程序与行动控制协调起来的任务，其本身可能就不是线性序列的。例如，如果使用者丢失了步骤索引的线索，为了确定下一步采取的步骤，他可能要回到书面程序的开始，通览程序中的每一个步骤，不是加以执行，而是查询在任务环境中，那些步骤执行时所期望的顺序是否出现了。当已经到达一个步骤，而下一个步骤还没有出现在任务环境中时，则可以认为它还没有被执行。这是一个简单的例子，表明了在协调媒介结构与任务环境过程中的元媒介的潜在复杂性。

298

显然，从讨论中可以发现，图 7.1 中的符号过于简单，却隐含着相对简单任务的很多潜在复杂性。本章中的其他图隐含着相似的复杂性。然而，如果所有这些均包含在内，则不可能将这些分散的片段集合成一个连贯的整体。

一旦确定了当前的步骤，使用者就可以将印刷好的描述与浅显的阅读技巧协调起来，以便形成对下一个步骤所述的内部表征（如图 7.2 所示）。

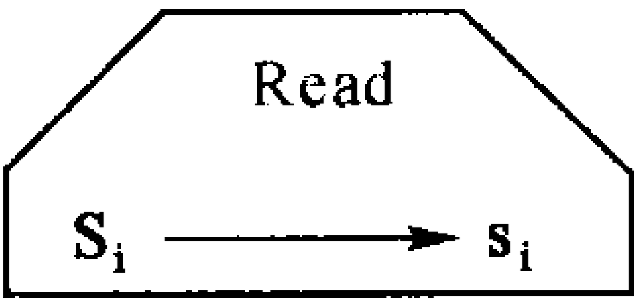



图 7.2　寻找步骤内容。$S_i$ 是过程 i 步骤的书面表征；$s_i$ 是对步骤内容的内部表征；阅读是个人拥有的浅层阅读技巧。箭头表明表征状态从一个媒介到另一个媒介的传播。复杂的梯形表明一个复杂的协调过程。

这里浅显的阅读技巧指的是组织（可能已经自组织）的内部结构，这种

内部结构可以从它们的外部已印刷的对应部分中创造内部表征的词汇。这种对步骤的表征可以是视觉形式，也可以是听觉形式，或者两者均有。对目前的争论来说，无论这种内部表征主要是听觉上的，还是视觉上的，或者是其他形式的都不重要。有证据表明，意义的获得既可以通过直接的词汇途径（从词汇到意义），也可以通过声音编码（从词汇到声音表征到意义），甚至是沉默的阅读（波拉塞克（Pollatsek）和雷纳（Rayner），1989）。

如果程序以盲文书写，内在表征甚至可以是触觉形式。重要的是，表征能允许行动者在下一次“记起”步骤的词汇内容。很明显，这个过程与阅读步骤意义的过程同步进行。然而我区分了浅层阅读和深层阅读，主要是因为浅层阅读和深层阅读会产生不同类型的结果，它们可以分别独立地存在。这样，不明白行动范围的使用者也许能在没有任何关于“含义”的背景下明白或者回忆起步骤“所说”的内容。该情形的默认案例就是书面程序。其他人常会以口头形式提供外部媒介。在这种情况下，浅层阅读技巧被倾听的技巧所替代。 299

多数阅读模型涉及的是在缺少所描述的环境时的意义结构。然而，阅读一个程序是直接指向用于对所出现的世界的理解的。判定步骤所指的含意需要协调步骤关于任务世界的描述和深入阅读的媒介之间的关系（图7.3）。这种深层阅读依赖于两个内部结构：一个是从由陈述世界的程序所提供的语言描述中提供语义映射。另一个是提供任务世界的解读来了解对象内容。人们认为步骤描述中的文字可以依赖于先前行为所产生的任务世界的状态。这时就会在两方面都有涉猎，即步骤所说的与所意味的表征，因为它们相互依赖。我们看到的、听到的、想到的词汇或许依靠我们的想象才有意义。让我们设想这样一个时刻，在这种媒介中显示的意义像一幅图画，而且它们有着同样的结构，产生于对任务的实际执行。

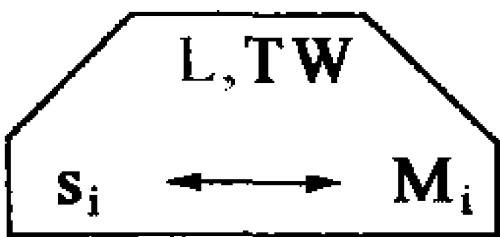



图 7.3　揭示步骤意义。L 是深度语言技巧；TW 是任务时间；$M_i$ 是第 i 个步骤的意义。

思考语言将词汇与世界相协调以产生意义是很有诱惑的。更确切地说，意义、世界、词汇是通过语言这一媒介结构相互协调了起来。将步骤的意义明确地置于个体的内部或者外部是非常困难的，因为意义的某些要素可能是由情境观察来建立的，在情境中，步骤的意义只存在于基于外部世界经验的内部结构叠加的积极过程中。也就是说，对于任务执行者的知识拓 300

展的某些要点而言，在缺少可以用于解读的外部世界时，步骤可能并没有意义。或许当人们具备了对外在世界的内在映象，包括可以加入媒介结构的某些方面的时候，步骤的意义才会清楚地存在于人们的内心。语言的使用可以改变语言的结构，特殊的描述可以改变想象中的事物。每种结构限制着其他的结构，又都具有一定程度上的延展性。系统由任务执行者、媒介结构和任务世界组成，所形成的解决方案可以满足尽可能多的限制。图 7.3 中的箭头指向两边，因为在这些结构中存在相互的限制。这种对限制的满足就是一种计算。然而，我们必须记住计算的副作用可能包括限制结构的变化。

最后，在决定步骤的意义之后，程序的使用者可能对世界（或者在世界中）采取行动来执行步骤（如图 7.4 所示）。这一行动，就像步骤的意义一样，可能很难将其清晰地置于行动者的内部或外部，因为环境中的行动涉及行动者内部与外部的现象，还由于许多心智的动作（那些基于心智的想象，等等），任务世界本身可能会真实地存在于执行者的心中。在许多情况下，步 301 骤的意义、行动与任务世界相互协调。意义和行动间的箭头指向两边，因为步骤的意义是用来组织行动，监察行动的执行，这可能会改变对步骤意义的理解。请记住，到目前为止，我们所讨论的意义等同于在实际执行任务中所遇到的感官体验。完成这个步骤之后，程序的使用者会找到下一个步骤并执行。

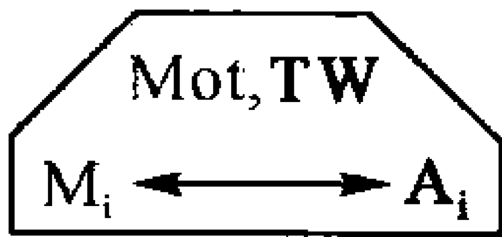



图 7.4　执行步骤。Mot 是动力定位过程；$A_i$ 是理解过程的 i 步骤所采取的行动。

在程序步骤的实际执行中，到现在所有讨论的结构会同时相互协调，正如图 7.5 所示。

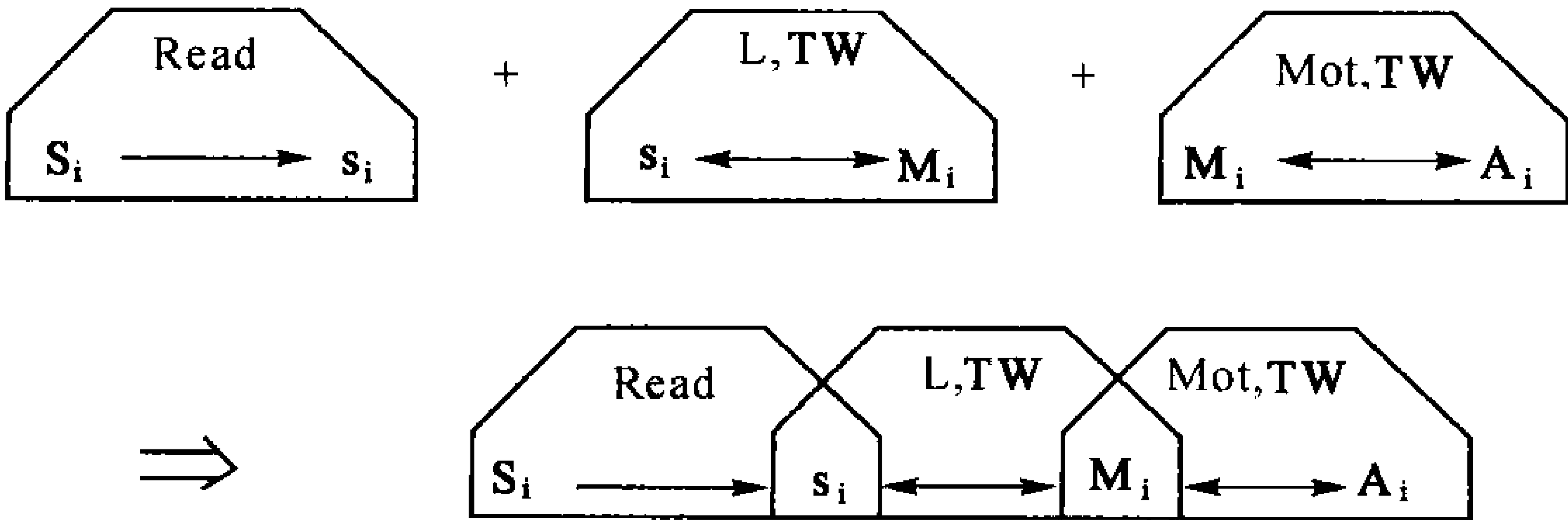



图 7.5　书面程序中步骤执行的多重同步协调。浅层阅读，深层阅读，动力定位根据步骤 $S_i$ 的印好的表征调节状态的沟通，到词汇表征 $s_i$，由此到其语义表征 $M_i$，再由此到组成步骤 $A_i$ 的执行的动力次序。

## 媒介任务执行的结果

程序的开展会产生与任务行为相关的高水平组织——这部分地通过程序书面表征的物理结构来完成。程序的交互行为给行动者产生了连续的步骤描述经验。每个经验可能都由几部分组成:步骤的要求、步骤的意义,以及在任务世界中执行步骤的行为。图 7.1—7.4 显示的是,多层转换媒介结构会存在于简单的媒介人工物(如,书面程序)和任务的执行中。现在,设想任务执行者使用该书面程序指导许多任务的执行。如图 7.1—7.4 中所描述的协调的重复获得,会对行动者内部的结构产生什么后果? 作为与外部结构交互行为的结果,内部结构是如何发展的?

以上讨论引出了三个功能分明的内部媒介:词汇媒介用以表述书面程序所指的步骤,语义媒介用以表述步骤的含义,以及动力媒介用以影响在任务世界中所采取的行动。

每种媒介具有特定的结构。现在,想象一下每种媒介都有一个简单的属性,这个属性将作为一系列状态的结果,逐渐具有再生状态序列的能力。也就是说,当媒介被放置于任何序列状态中时,媒介可以产生序列的下一个状态,以及再下一个,直到序列的最后状态。 302

### 学习步骤描述的序列

考虑词汇媒介。当任务的执行者阅读程序步骤时,媒介首先被引入用来表述第一个步骤内容的状态,接着是进入表述第二个步骤内容的状态,然后继续,并贯穿整个程序。对书面步骤描绘的浅层阅读所产生的状态序列就是一种媒介序列。如果词汇媒介具有上述的属性,随着在序列中的重复出现,它会具备再生状态序列的能力,这个状态序列代表了程序步骤的内容(图 7.6)。即使没有应用于书面程序和阅读技巧中的连续交互策略的媒介,它也能完成。步骤内容表征的连续关系,最初以书面程序的相关条款的连续关系所调整。伴随着经验的增加,这些有序关系变得无需调整了。

这一新产生的步骤内容次序的内部表征,与我们关于字母表中的字母顺序,或者较小数字的名称的知识是相同的现象。它最初通过复杂的媒介程序来建构,并获得了一些作为经验的结果的模块性和自洽性。

每一个步骤次序的词汇表征都清楚地由状态再次表征,而这是媒介可以达到的,但是状态中的连续关系在媒介的行动中却显得比较含蓄。 303

不那么准确地说,我们可以认为词汇媒介内化于书面程序中。但是,我们必须小心地使用“内化”一词。这里正被讨论的这一过程特指媒介的发展,当被置身于与步骤 N 所经历的相对应的状态时,将会自动地经历与步骤

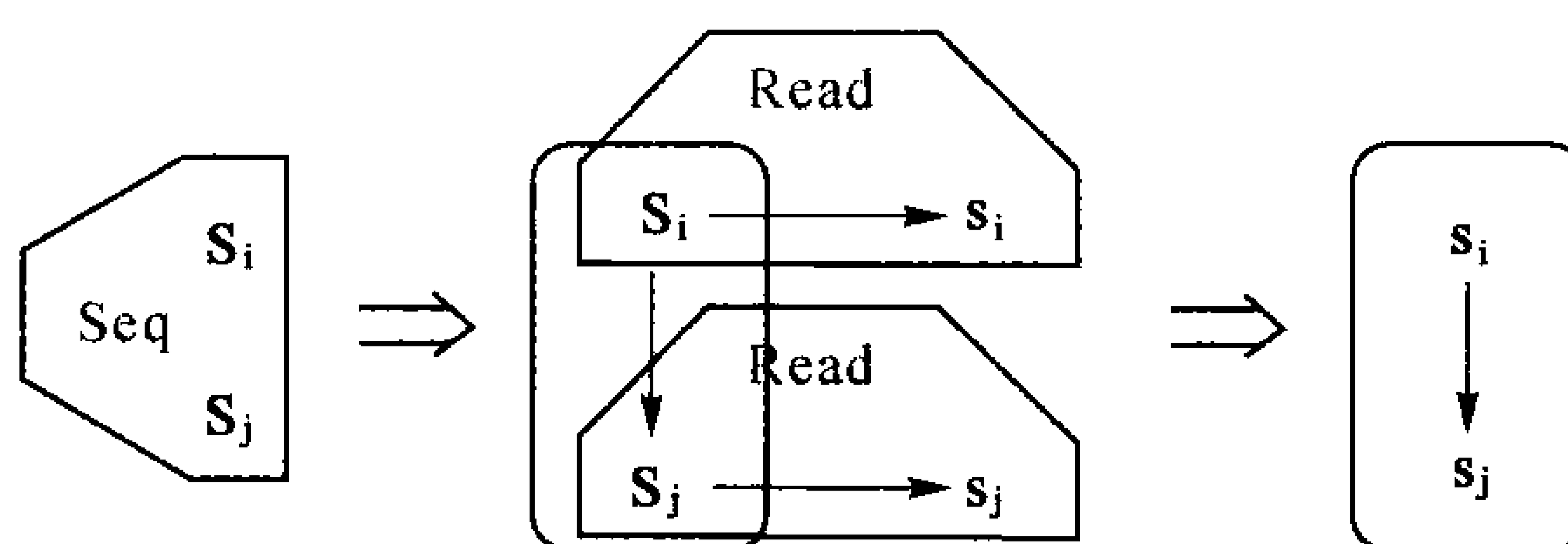



图 7.6　产生内部的连续状态。将连续执行策略运用到书面程序产生了连续的内部状态(由右侧圆角梯形显示)。

N+1经历的相对应的状态。从字面意义上看,并没有什么从外部移向内部。通过媒介的浅层阅读过程,关于步骤程序的书面表征的结构引发了某种内部的经验。然后,作为重复经验的结果,某个具有新功能的能力从词汇媒介的所有内部状态中被创造出来。这里大意地使用"内在化"是危险的,因为它掩盖了牵涉到的进程,并且把许多彼此在功能上有显著差异的各种表征混在了一起。

一旦词汇媒介具有生产的能力,接下来,对步骤内容的表征可能会成为对下一步执行的控制结构(如图 7.7 所示)。这等于任务执行者已经知道了程序的指示,这样就可以利用它来构建下一个步骤的意义,并利用该意义来组织行动,而不是阅读他可以"记住"的下一个步骤的内容。由记忆过程词汇所指导的表现仍然只是媒介任务的表现,但是媒介结构现在是内在化而非外在化的。对程序步骤进行编码的词汇媒介提供了对程序步骤的清楚的表征。它可以在连续的状态中移动,每一个都对应着关于程序步骤的阅读经验。从外部向内部移动的媒介也介绍了行动者与环境之间的关系的新的可能性,因为环境不再需要包含媒介结构。

304

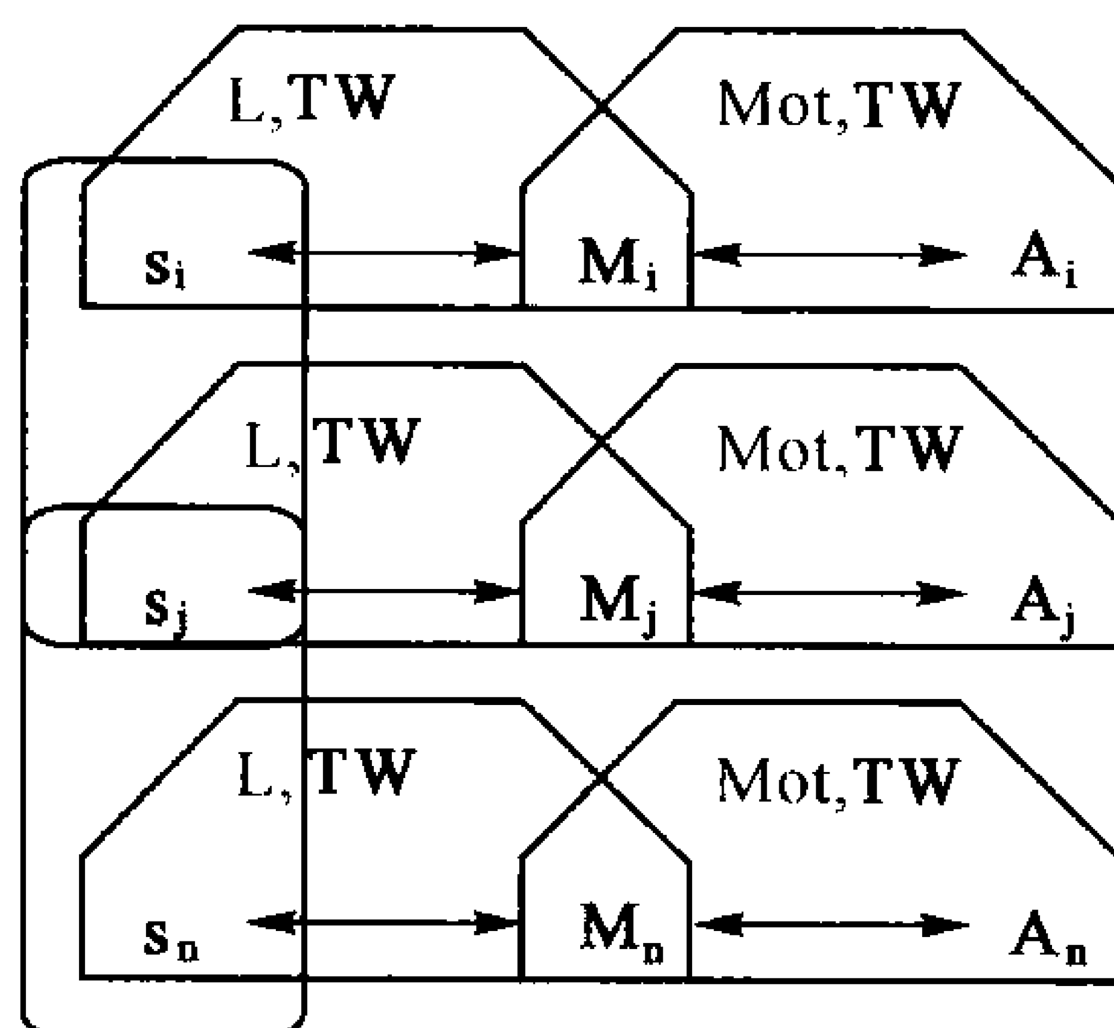



图 7.7　由习得的步骤描述次序所执行的任务媒介。步骤内容的内部表征可用于控制行动次序。

在可以独立作为任务执行的媒介之前，词汇媒介必须成为自动系统。这个内部媒介系统对其状态有清楚的表征内容，这依赖于它对状态间关系的自动默认编码这一控制行为。表述明确或含糊的观点取决于所提出的问题。过程的内部记忆由对所采取行动的清楚描述的状态组成。但是那些描述步骤的连续关系在词汇媒介行为中却是不明显的编码，正如外部过程的步骤所描述的连续关系被含蓄地编码于人工书面程序各个要素的空间联系中。简单考虑另一个常见的媒介结构：字母顺序。在我们的文化里，它用于许多存储和检索的方案中，这样我们可以小心地确保孩子们能学习。在学唱字母歌时，小孩发展了关于字母表结构的清楚的内部自动译本。这些状态的内容——歌曲的单词——是清楚的，但是它们中连续的关系是不清楚的（它们最初由另一个媒介系统提供：老师）。一个会唱歌的小孩可以告诉你字母 P 后面是什么（可能需要唱完前面的 17 个字母），但是他将难以解释为什么 Q 在 P 后面。这里仅仅因为小孩所学的内容中没有明显的表征。

当人们第一次利用书面结构执行任务时，在与书面结构的协调以及与世界的协调之间有一个明显的交替。人们首先处理书面程序，然后考虑它所描述的世界。但是，一旦人们已经发展了内部表征，即便是词汇层面的过程描述，注意力的交替就不是必要的了。那么，与过程表征的协作（无论词汇的、语义的或者动力的）以及在其中执行程序的世界都不再是所关注的选择了，而是同时发生的协调活动之一。理解描述中的步骤可能要依靠对在其中执行程序的世界状态的理解。关于步骤描述的意义的经验包含任务世界的经验，完成行动包含着任务步骤的意义经验。这里的重点在于，在这个媒介的表现中，行动者成为特殊类型的媒介，可以在这些结构化的媒介中提供不断的协调。事实上，当人们使用书面程序时，为了解决可见来源的竞争性需求，交替注意力是一种办法，这是由书面程序的特殊物理性示例创造的。交替的注意力只是时间共享一个特有而少见的知觉来源的一种方式。 305

### 学习步骤意义的次序

当然，媒介同时致力于对步骤内容的表征，这是由一系列状态驱动的，媒介也致力于表征步骤的意义，这也是由一系列状态驱动的（如图 7.8 所示），一旦行动者接受了语义媒介的训练，在必要的时候，不用涉及对步骤内容的记忆，行动者也可以记住步骤的意义。但是，出于普遍存在的词汇结构，和人们作为机会主义者的原因，行动者对步骤意义的记忆，以及对步骤内容的记忆的解释的意义很有可能在决定步骤意义时会使用到。

图 7.8 描述了在过程的步骤意义中建立次序联系的一种方式。另一种方式就是把任务的概念知识作为媒介。在这个语义媒介中所表述的步骤意 306

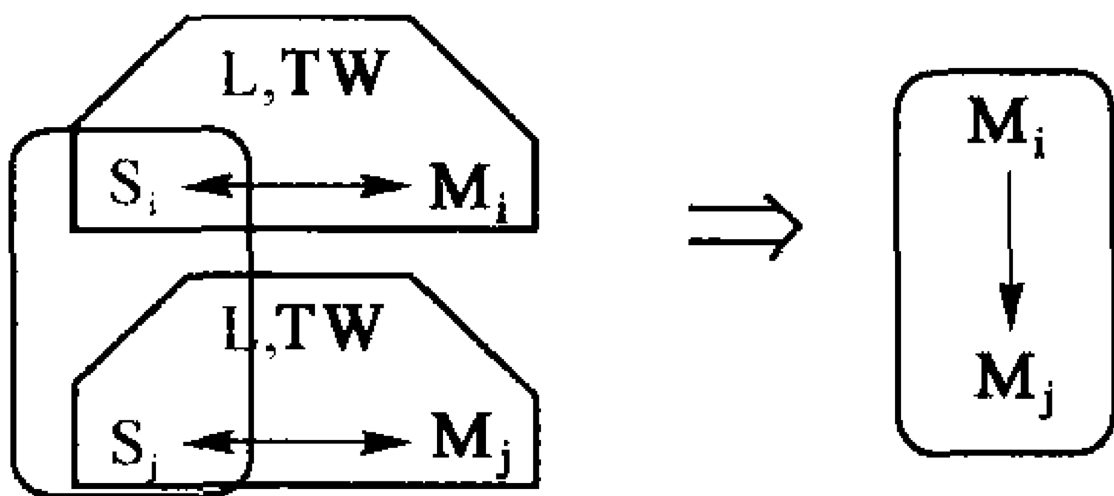



图 7.8　语义媒介中的自动步骤意义次序。语义媒介经过训练可以产生与过程步骤的意义对应的连续状态。

义可以通过行动过程来想象和观察。但是，还有一些其他的意义关注的是过程中各个要素的概念联系。比如，循环定位程序的步骤就与一系列计算的从属物相联系。不可能直到作出对陆标的观察后才画出 LOP，也不可能在选定了观察陆标后才开始观察。这些从属物限制了程序中步骤的可能次序，也可能会帮助军需官记住下一个步骤。假设 $M_P$ 是画出 LOP 的经验，$\mathscr{M}_P$ 是对于概念"画出 LOP"的表征。$M_o$是对陆标进行观察的经验，$\mathscr{M}_o$ 是对于概念"对陆标进行观察"的表征。在 $M_o$ 和 $M_P$ 之间有一个概念和计算的次序关系，比如 $\mathscr{M}_o$ 必须在 $\mathscr{M}_P$ 之先。这种关系解释了关于 $M_o$ 和 $M_P$ 连续次序的经验(如图 7.9 所示)。

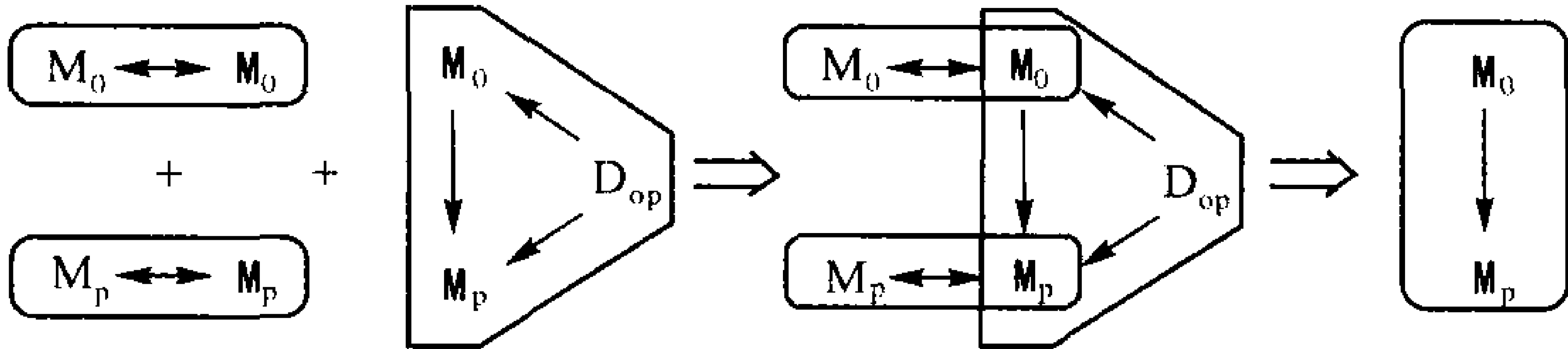



图 7.9　运用概念知识在程序步骤的意义中建立连续关系。步骤意义的关系可以由步骤中的概念知识和计算依赖作为媒介。$D_{op}$是 $\mathscr{M}_o$ 和 $\mathscr{M}_p$ 之间的概念依赖。

步骤的意义如果不是为了扮演任务中概念知识的潜在媒介角色的话，就是暗示了步骤之间的联系。如果概念知识关系到步骤的意义，系统中其他的媒介可能会呈现出某种状态，以清楚地说明步骤 $N+1$ 在步骤 $N$ 之后的理由。但是，这样的媒介结构在接下来的步骤意义被习得之前，并不需要去学习。有时候会在学会了执行任务很久之后，才来探询为何要以这样的方式来执行任务。

当我在写一个能增强雷达导航训练的程序时，我访问了许多导航指导员。这个任务包括一套复杂的定位程序。一个指导员告诉我，在认识到相对的和地理的运动之间的概念联系之前，他在海上花了三年时间用于雷达导航程序的设计。他说，有一天晚上，当他躺在床铺上的时候，忽然产生了某种领悟。他爬起来冲向战斗信息中心，来证实他的新发现的确是无误的，

307

并可用于解释他执行了多年的程序构造。这个故事比其他的事情更为戏剧性,但这种现象并不罕见。我认为我们许多的学习都包括填补我们已知如何执行任务中的那些概念的细节和相互联系。

在概念的从属中,问题的解决和计划是协调任务的两种方式。这些活动是认知科学和人工智能中重要的研究传统的中流砥柱。然而,在真实世界的例子中,有许多其他的结构来源,其中个人单纯根据概念依赖决定行动顺序的情况相对少见。

**学习行动的次序**

无论任务是通过外部过程还是内部表征组织的,执行任务中的智力设备都由一系列的状态驱使。出于任务执行者和环境构造的交互行为的属性,状态次序的重复大多与每次接下来的程序保持一致。下图表示了动力媒介开始对连续状态的次序关系编码(图 7.10)。

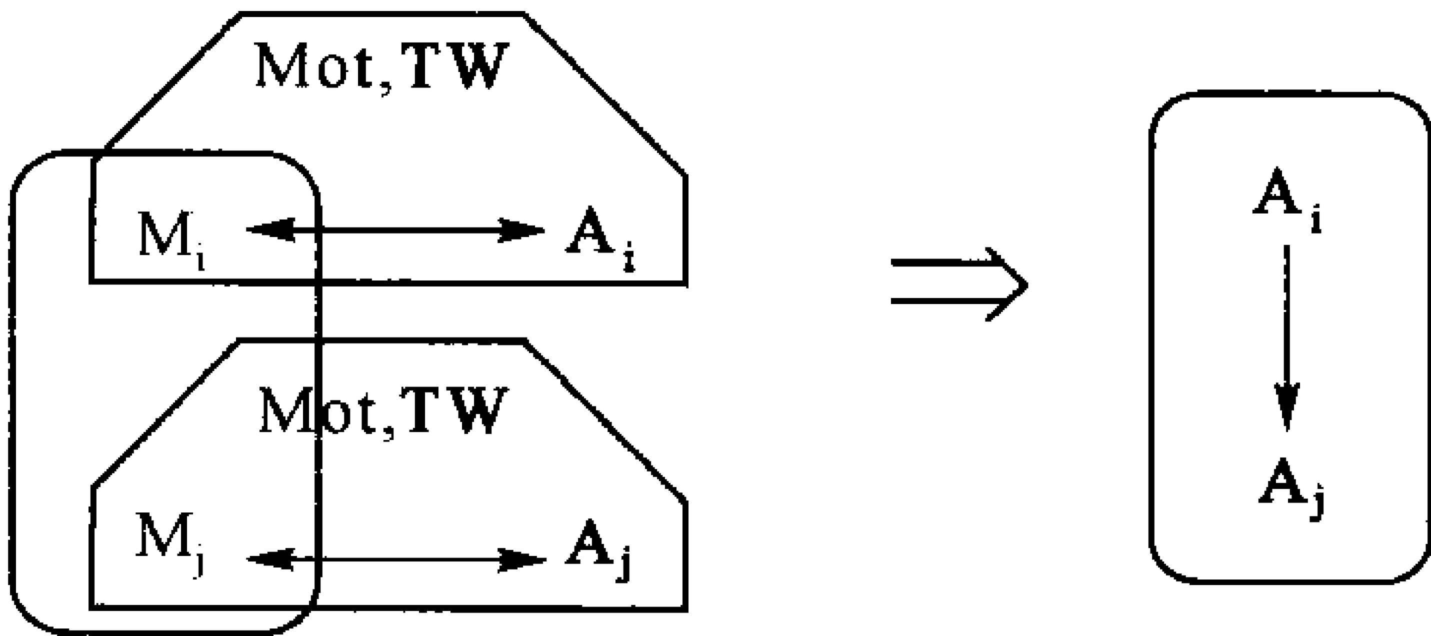



图 7.10 动力媒介中连续关系的发展。动力媒介现在可以产生连续的状态从而产生任务世界中的行动。通过步骤意义不再需要任何媒介。

当状态 N 出现时,组织中 N+1 的状态就成为潜在的媒介。动力媒介的能力产生了正在经历的连续的状态,也作为任务的执行,与其他媒介产生其相应的下一步状态的能力并无差别。但是与词汇和语义媒介中的状态不同的是,动力媒介的状态并不描述行动。也不被用作参考,它们是不关于任何事的。它们是组成行动执行的动力媒介的状态。在动力媒介与行动之间没有调和。当这些连续状态被习得后,一度位于状态一的媒介可以自动完成任务,而不需要参考任何关于步骤或者连续关系的清楚的表征。 308

产生这种条件的媒介执行可以被看作是对产生行动的媒介的实验性训练。系统现在的条件可以用图 7.11 来表示。在该条件下,对一个普通任务的执行而言,动力媒介不再需要步骤意义的组织约束。一旦安置在初始状态,动力媒介就仅仅会在进行任务的状态中运行。这就是自动化技能执行的属性——不再利用复杂的媒介结构的组织限制。当然,如果在任务世界中有不同寻常的情况出现的话,自动执行可能会失败,需要对其他媒介结构的额外依靠。

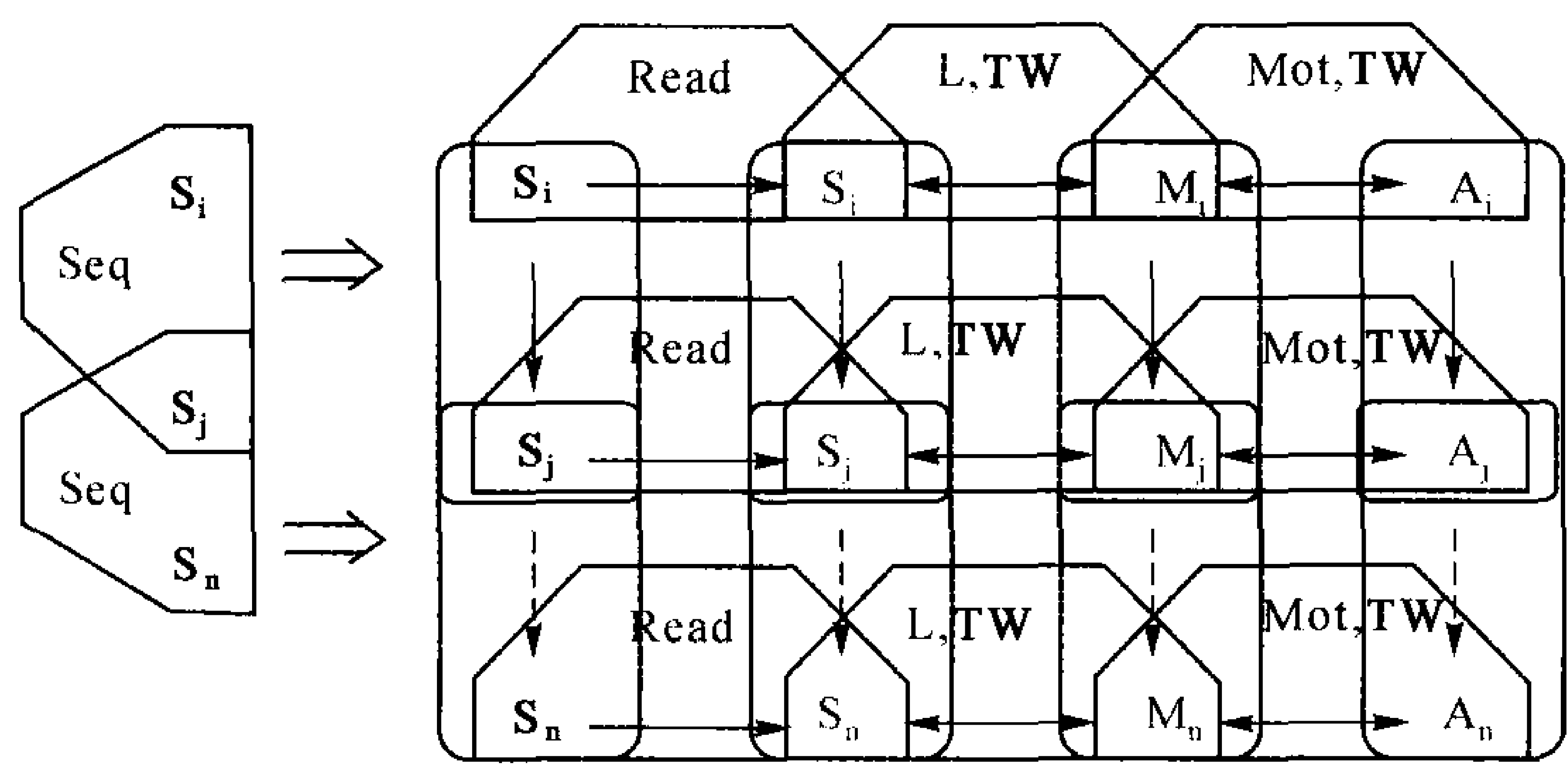



图 7.11　协调的集合网络。在专家的执行中，连续状态的产生取决于水平与垂直的协调。每个状态都产生限制并被其他状态限制（由于二维图表的限制，产生限制的意义的概念间关系在本图中省略）。

这只是一个简单的例子，人们处于一个社会一物质的世界中，学习是系统的某些部分与其他部分协调时的适应性的重组。系统运转于媒介间表征 309 状态的传播，媒介本身也需要功能性的组织，来作为表征状态重复添加的结果。例如，词汇媒介需要具有在状态间连续移动的能力，这可以被解读为步骤内容的表征。系统的基石就是在表征过程间移动的协调过程（表 7.11 的水平方向），以及表征媒介的功能属性，表征媒介允许它们学着在连续状态中进行移动。

我将这一节以一个值班人员能够“记得程序的每个部分”意味着什么的问题开始。答案显然不是说从记忆中追忆某事就像从仓库里找回其物理构成一样，或者像在电脑磁盘中找到比特模式一样。然而，记忆是对一系列的媒介进行协调的建构性的活动，这些媒介的功能属性包括某些状态可以制约其他状态，或者在时间 t 的同一个状态可以制约其自身在时间 t＋1 的状态。在程序中下一个阶段的意义可以部分地被目前连续步骤的意义所建立。为了与任务世界相协调，它可以从对下一个步骤的描述的解释中被建构。它也可以完全地或部分地源自对它和其他步骤之间的概念上的从属（未显示于图 7.11）。它还可以部分地源自在世界中意识到的对真实或想象的动力顺序的监控。程序每个要素的多重表征都被编织进联系与限制这一紧密的构造中。记忆并非是对可确认的单一结构的恢复，更恰当的是，它是对各种限制的同时叠加的建构过程。

如果当时的结构有助于在任务执行媒介中产生确定的状态，那么其他的媒介将不会起作用。在没有明显的干涉下，一个易于理解的行动次序将会快速地展开。当遭遇障碍或产生模糊状态时，用于协调的结构范围就会

扩展到其他的媒介。可能当自动动力过程出现僵局的时候，语义媒介就能提供对下一个步骤的表征，这样动力计划过程就可以用以建构一个新的动力计划。也就是说，人们可以记住步骤的意义，以便重建动力次序来执行之。当语义媒介之间的联系不足以产生新状态时，将引入词汇媒介来协调 310 语义媒介，并对下一个步骤内容作出描述，用来提出下一个步骤的意义。人们也能够记住下一个步骤的内容，以便重新建构它的意义。而如果这些都不起作用的话，人们还可以建构一个功能系统，同书面程序进行协调，来提供对下一个步骤的表征。即，人们从书面程序中重新解读步骤。

当程序被学习后，如图 7.11 所示，组织从左到右、从上至下，以及从外到内传播，最后返回外部。作为一个学习过程，组织在媒介中的移动和每个媒介所需的功能属性都允许其产生结构性的行为。正如单个军需官在他们的职业生涯中沿着同样的轨道一样，数据也沿着导航团队传播。所学习到的组织媒介所增加的传播遵循了相同的轨迹，即表征跟随着任务的单独执行过程的轨迹。

个体学习执行任务的过程可以被看作组织在一系列复杂的媒介中传播的过程。组织传播从外部媒介到内部媒介，然后再到外部媒介。作为学习的结果，发生在个体内部的变化，也适应成为组织中一个更大动力系统的一部分，而这也存在于系统的其他部分中。

**为什么我们不能言明我们的所为**

一个涉及自动化技术的基本观察是，技术人员可能很难说明他们是如何那样去做的。对于这个现象，以下分析提供了三种解释。

首先，程序中的自动动力媒介是一种在个人与环境的关系中，产生连续行动的一种方式，它由程序所描述的对步骤的操作所组成。由于它对个人与环境的关系进行了编码，自动动力媒介对程序的执行就需要环境的某种方式的合作活动，即由环境来记忆程序所不记得的东西。例如，完成一个步骤的尝试可能由于环境缺少该步骤所需的某个东西而被阻止。然而即使在所需执行条件缺少的情况下，人们可能还会记得步骤的描述。在上述例子中，执行者可能会被迫在缺乏所需条件的情况下，采取其他的行动来作为对 311 先前被阻止步骤的准备。在解释如何完成任务的时候，执行者必须假定一个世界(可能更准确的是，该报告必须预想一个世界)，在其中他所描绘的行动都具有意义。除了正被讨论的问题被置于一套非常稳定的环境中之外，这个假定的世界的确在许多方面与真实世界有所不同，因此尝试完成的任务与描述将会在执行任务的真实世界中遭到失败。

其次，技术人员所作的报告有时建立于媒介结构的基础上，当他们需要

自动化的技能时，这一媒介结构会用于控制他们的行为。作为对媒介结构的描述，这些解释可能正是人们之间交流技能时所需要的。因为在任何媒介中，唯一能产生自动技能的方式就是让媒介从经验中学习，而且，新手对此经历的唯一途径，就是与媒介结构达到协调一致。但是，如果在自动执行中长期的误操作而导致媒介结构的记忆衰退的话，那么如果一个专家被问及他是如何做事的，他可能只能作出毫无意义的回答了。自动系统是按照以往被规训的方式去完成任务的，但是它并没有对所执行的任务有清楚的表征。对于所执行任务的表征仅仅存在于提供训练的设备中，即正在衰退的媒介结构。

第三种情况源于熟练的任务执行者没有能力来说明自己的任务表现，这种情况发生于媒介结构成为环境制约的时候，在清楚的媒介表征没有内在化发展时，将直接影响动力媒介的发展。这看上去是许多动力技能的情况。当专家被要求描述技术是如何体现出来的时候，他们可能说的是在其中表明了技能的那些事件。对这种回应的一个观点可能是这个专家不够合作，但是当我们理解了媒介结构是处于技能获取的环境中时，我们就可以看到，描述那些其中表明了技能的事件，是这个专家在描述包含了技能发展的媒介结构时，可能去做的最好的事。

312 通过该例子，我试图去突出在那些在看似有简单的输出结果的媒介任务执行的过程中，蕴含着不同类别媒介结构的交互行为的复杂性和丰富性。我并不认为这一分析将使我们改变利用程序是相对容易的看法。相反，我希望它可以增强我们对于致力于日常认知活动中的媒介结构多样性的意识。

**其他类型的媒介结构**

在第 6 章最后提及的例子里涉及包括书面人工物（位置报告表格）和他人行为（向新手依次提问的主管军官）的媒介。显而易见的是，步骤描述的来源是与其他人而非与书面程序的交互行为。如果媒介结构是由其他人的活动来提供的话，那么，已经内化了这一结构的新手就可以独立行动。这里与维果斯基（1987）的常规遗传发展定律相呼应，在其中媒介结构出现两次：第一次是心理间过程，第二次是心理内部过程。

但是，除了简单的想象一个内部对话之外，“内在化”还有更多的含义。它并非从外部世界复制一些内容到内部存储媒介的过程，而且，这个交互的过程创造了新的过程。请注意这样一个例子，即使词汇媒介（最接近这里提及的任何一个媒介）也有连续状态，并被不那么清晰地编码于其行为中，状态间的联系也并非在其中习得该状态的媒介的属性；相反，它们是外部媒介

的交互行为的特别模式的属性。内在化过程深远地意味着某些东西移过了某些界限。这个定义中的要素都是误导性的。所移动的并不是什么东西，移动所跨越的是一个边界，而这个边界如果绘制得太严格的话，会掩盖了我们对人类认知本性的理解。在这个更大的分析单元中，那些曾经看上去是内在化的过程，现在被视为有组织的功能属性在一系列可延展的媒介间渐进的传播过程。

当个体任务执行者被置于一个更大系统的情境中时，个体对工作技能的学习和掌握看上去如同在媒介结构的区域中移动，而这限制了组织的活动。媒介结构在任何情况下都必然存在于功能系统的某个地方。在团队行 313 动的案例中，有些团队中他人的行为会成为限制。有些强迫者与其他集体成员的行为处于一定的环境中。如果是有经验的团队，这意味着存在过多的连续性的表征，因为它们不仅存在于个体行动者身上，而且存在于他们之间的交互作用中。进一步讲，概念意义上的信赖或多或少是直接从参与团队的活动中学到的。正如在第 6 章中所提到的，个体值班观察者的程序步骤的计算依赖变成了团队成员间的依赖。这种依赖从来不需要宣称已经被获得。它们发生于社会关系中，可以作为社会交往模式而不是由语言来习得。需要通过语言表现这种依赖的意义的过程，可能如同从社会交往的模式中表现同样的依赖的过程一样复杂。

**为什么我们要与自己对话**

下一章描述了导航团队成员把数据输入导航计算器的行为。当按下计算器的按键时，可以听到军需官读出了所按键的名称。为什么我们要做这项文字的追踪？来看看日常生活中的一个例子：在我打开院子里储物棚的密码锁时，如果不是小声地报出我在转的号码，好像就不能打开这把锁。我已经有好几年开那把锁的经验了。然而，尽管尽力避免读出号码，我仍然在开锁时心里默念这些号码。尽管通常我都是一个人做这项工作的，对话只是作为自我调整功能存在的，而不具有任何交流的功能。它是如何自我调整的呢？有趣的是，我不需要口头表述转盘应被旋转的方向。转盘必须以顺时针方向转到第一个号码，然后逆时针方向转过第一个号码到第二个，然后再顺时针转到最后一个号码。我似乎已经在行动规范上掌握了旋转方向的顺序，因为我从不用说出这些方向的名字。我也会在开始的时候以顺时针方向旋转几次转盘，而不需要任何言辞。当转盘指针接近第一个号码时，我发现自己说出了那个号码。但是，当我逆时针旋转时，我不仅说出了密码 314 的第二个号码，还试图说，“向后经过 33，21”。旋转的方向可能取决于力气，不过旋转的范围则没有详细的规范。我通过旋转自身的表现记住了这些号

码的意思。举例来说,不用作任何思考我就知道21正好在标志为20的大记号的右侧。正因为它在右侧我就认出来了。即使我清楚行动计划中的限制方向,而且我似乎也知道三个号码的出现次序,但是我仍然口头念出这些号码。这些号码名称的顺序对我来说是一个非常稳定的结构。我认为,我默读这些号码的原因是,当我念出这些号码时,我向媒介解释了所读号码的意义。在这个媒介中,我建构了关于号码的外观的记忆。以这样的方式,我重新建构了能驱使行动开展的记忆,来对这一过程进行约束。为了产生行动的记忆,我对同一行为进行了多重表征。而关于行动的记忆也存在于行动本身的开展过程中。毫无疑问,自从我开始监控行动并观察其意义时,行为本身就有助于建构记忆。通过对行动的口头映像,我为一个已经深受限制的问题添加了一套组织良好的限制。作为结果的是,该表现非常出众。

当然,为了完成有效的心智工作,行动者必须能胜任将这些结构协调起来。正如我们看待任务世界的协调过程一样,将媒介结构引入协调可能需要更多的元媒介(metamediating)结构。缺少这一能力的后果就是民间智慧中所谓的"书本学习",与经验学习相对应。人们可能在没有发展出任何在真实任务环境的工作中所需要的元媒介之前,就完全掌握了任务的主要媒介结构。

## 计　数

从发展的观点看,遵循书面程序和计数有重要的结构上的相似之处。这包括连续的分割实物或事件的标记的协调。在计数时,我们进行了一系列的转换,将名称转换成一个个数字,并与如下步骤协调起来进行,即在个体事物或事件的集合中,把数过的和没有数过的逐一区分开来。类似的,接下来的程序是,把这一系列的转换与以下几个步骤联系起来:在可能选取的行动集合中,细分已经实施的行动和还未实施的行动。

315

为什么人们要用他们的手指计数?因为这是一种通过形成功能系统来转化任务的策略,这包括了允许其他媒介以新的方式合作的表征媒介(手指)。现在,数手指被视为一种认知上的返祖现象,不过"也仅在400多年以前,单指计数技巧在那些有学问的欧洲人那里是如此普遍,以至于当时的算术教科书还必须专门另辟章节对其作出详尽的解释,否则人们就会觉得该书不够完整"(埃福瑞(Ifrah),1987:58)。埃福瑞所描述的系统是复杂的,而且需要一些训练才能掌握。然而,我们不少人在一些简单问题上仍然求助于手指。假设今天是12月29日,星期二。那么星期六是几月几号呢?我可能会对自己说"让我想一想:星期三,星期四,星期五,星期六",每说一天就

伸出一根手指。然后我会看看我的手。然后我将再次调整一下，这次我按顺序数数字——“30（嗯，12月的）31，接着是1，2”——当说出第一天的数字时，我直接将注意力集中在了第一个举起的手指上，随着说出接下去的每个日期，我也依次将注意力转移到接下来举起的手指上，直到数完最后一个手指。最后一个说出的日期就是这个问题的答案。用这种方法解决问题，随着注意力沿着手指的顺序转移，可以将日期的名称与日期对应的编号协调在一起。手指作为可塑和方便的媒介，表征状态可以加于其上，也可以执行简单的操作。这种源于那些操作的手指结构，是对于该问题的部分回答。表征状态传播的其余部分，从手的结构到说出号码，由简单的模式匹配或者其他简单的协调操作来完成。当然，不需要使用手指，这项任务也能完成，甚至可以通过直接协调这两个次序（日期名称和日期对应标号）就能完成。然而，试图同时在内部操作这两个次序需要更多的记忆来源，而这是我们有些人难以达到的。

许多认知科学家认为这是个愚蠢的问题，或者是一个执行方面的问题，突出了人类心智的弱点，而没有告诉我们关于认知体系结构方面的任何东西。不过我相信人类认知的真正力量在于我们的能力是一个灵活建构的功能系统，可以通过将各种结构协调起来而达到我们的目标。那些文化的所组成的活动设置足以丰富而准确的作为人工和社会的交互行动的来源，这个来源可以适应功能系统。这就是人类认知的核心事实。创造这些设置的过程也是探索其本身的一部分，正如人类认知的一部分一样。对人类认知的一个合理的理解必须承认，内部功能要素与皮肤边界外部的功能要素之间连续而动态的交互联系。 316

你所认为的认知以及你所相信的认知都是认知结构体系的一部分，它取决于你将什么东西想象为典型或重要的认知任务，以及你对人类的看法。在思考书面程序的使用时，我清楚地看到，有许多方法可以用来协调程序物理结构和按程序步骤所描述的执行行动过程。甚至考虑步骤顺序这一简单的任务也可以在不同的时候用多种方法来完成，或者可能通过许多理论的同时汇合来完成。假设这些表现在现代生活中普遍存在，我将视其为一种我们应该能够解释的认知表现。在没有文字的社会中也有许多这种类型的活动。程序不同于书面的东西，可以在结构中编码。在空间里（举例来说，在一个队伍中）对人或物的安排可以视作一种连续行为控制的媒介装置，并可能会得出一套协调程序，就像在与书面程序的交互作用中所观察到的那样。

从这个视角来看，我们所学到的和我们所知道的，以及我们所知道的以

人工物和社会组织的结构的形式呈现出的文化，都是大型的媒介结构。考虑一下将这些结构协调起来的话，它们就能塑造自己也能被其他部分所塑造。在这个世界上的思想家是一个非常特殊的媒介，能在很多结构媒介中提供协调——包括有些是内部的，有些是外部的，有些是包含在人工物中的，有些是在思想上的，以及有些是在社会关系中的。

# 8 组织学习

本章我将提出一些关于组织工作过程的问题。在前几章中我主要考察 317 了个体的学习,这一章我将仔细考察一个学习发生于更大的认知分析单元里的案例。常识认为,工作是根据计划组织的,计划由设计者制定,设计者通过观察工作环境和操作工作过程表征来设计新的和有效的组织结构。当没有"外部"设计者参加时,工作的重新组织是由团队成员的有意识的审视完成的。通过 Palau 号导航团队对知识环境的某个变化的反应,我认为一个新组织的重要之处不是由对工作的有意识的审视完成的,而是由对工作本身出现的新情况的地方性适应而产生的。我们在回顾中将意识到,最后的解决方案正如我们当初希望设计者能够设计出来的那样,然而它只是一种适应而非设计的产物。

在我刚开始登上 Palau 号,观察它的导航团队时,这艘舰船的推进系统在进入圣地亚哥海港时出人意料地停止了。在第 1 章的开头部分我描述了这一事件以及桥楼工作组对这一由于推进系统的停止所造成的困难的处理。没有蒸汽压力,船员既不能有效地驾驶舰船,也不能使它立刻停下来。所有关于继续靠岸的想法都放弃了,船员想尽办法不让舰船搁浅,直到船速变得越来越慢,使舰船可以安全抛下海锚。在这场壮观的船技展现中,船员突破常规使舰船得以锚定。接着拖船被叫来,推进系统重新启动。最后舰船靠自己的动力顺利靠岸。

除了停止机动动力外,蒸汽压力的丧失还造成了电力失灵,这影响了舰船的许多操作。电力设备和旋转罗盘的失灵对导航提出了严重的考验。这 318 个事件为我提供了一个难得的机会观察和记录一个复杂的组织系统对真实危机的处理。

导航团队对于失去蒸汽和电能的迅速反应仅仅是继续进行定位。但失去电能的电力设备的一个装置是主旋转罗盘(标号 19)。旋转罗盘有双层保护装置:独立紧急备电和后备罗盘。不幸的是,旋转罗盘的紧急备电不能通电,而后备罗盘则因为保养问题在早些时候被关闭了(停止服务)。主罗盘在信号灯熄灭时并没有完全停止运转,但它看上去确实遭到了严重的损坏。罗盘的运行方式是驱使磁盘高速旋转,因此在停下来或是失去稳定前,磁盘仍会旋转一阵子。当内部通讯室(IC)向导航桥楼报告主罗盘停止工作时,舰船已经失去电能 16 分钟,速度降至每小时 4 海里,而距离预定临时抛锚地点还有半英里。现在对于导航团队而言是个至关重要的时刻。因为预定的抛锚地点位于主航道之外,并且吃水很浅,抛锚太快会使舰船阻塞航道;抛锚太慢则会使舰船左右摇摆并搁浅。如果急于重新启动罗盘,则会让罗盘处于不稳定的状态;因为"修复罗盘并使其稳定工作"需要数小时的工作量,这样才能提供可靠的信息。

319　图 8.1 列出了各种计算参数的关系。当旋转罗盘工作时,位于罗盘上的照准仪(远视镜)参照真北方位测出陆标方位的方向("真北方位"见图)。如果旋转罗盘失效,只能由罗盘方位记录员参照船头("相对方位")来测量陆标方向。为了计算出陆标的真北方位,一旦确定了相对方位,就需要参照真北方位估算船头方位。磁罗盘不需要电力就能参照磁北(见图中 C 所示)测出船头方位。但磁罗盘测出的方位首先需要修正误差,误差被称为罗盘偏移,这是罗盘独有的并且由航向所决定的(见图中 D 所示)。制图师会标出世界上各个有地图的地区中磁北与真北的差距,称为磁偏角(见图中 V 所示)。将这几个参数综合起来就能得到陆标的真实方位,而这是旋转罗盘正常工作时就能直接得出的。

在导航文化里面有一种记忆法,总结了那些确定了舰船真实朝向的参数间的关系。这就是所谓的"死人可以两次投票吗?"(Can dead men vote twice?)这也代表着一个公式:$C+D=M$,$M+V=T$(罗盘航向加上罗盘偏移等于磁航向,磁航向加上磁偏角等于真实航向)。这详细说明了参数增加的有意义的次序。每个参数都是导航世界里具有文化意义的客体。每个能干的导航实习者都可以背诵这个记忆法,并且大部分人可以对此作出一个精确的解释。这个公式所包含的知识将成为导航团队所发现的解决问题的重要部分。但是请注意,这种记忆法并没有关系到相关的方位。

320　该任务的计算构造广为人知。正如上面所描述的,通过相对方位计算陆标的真实方位包括,相加罗盘航向,该方向的罗盘偏移,地理位置的磁偏角,以及相对舰船航向的陆标方位。因此单个 LOP 的程序需要三步加和操

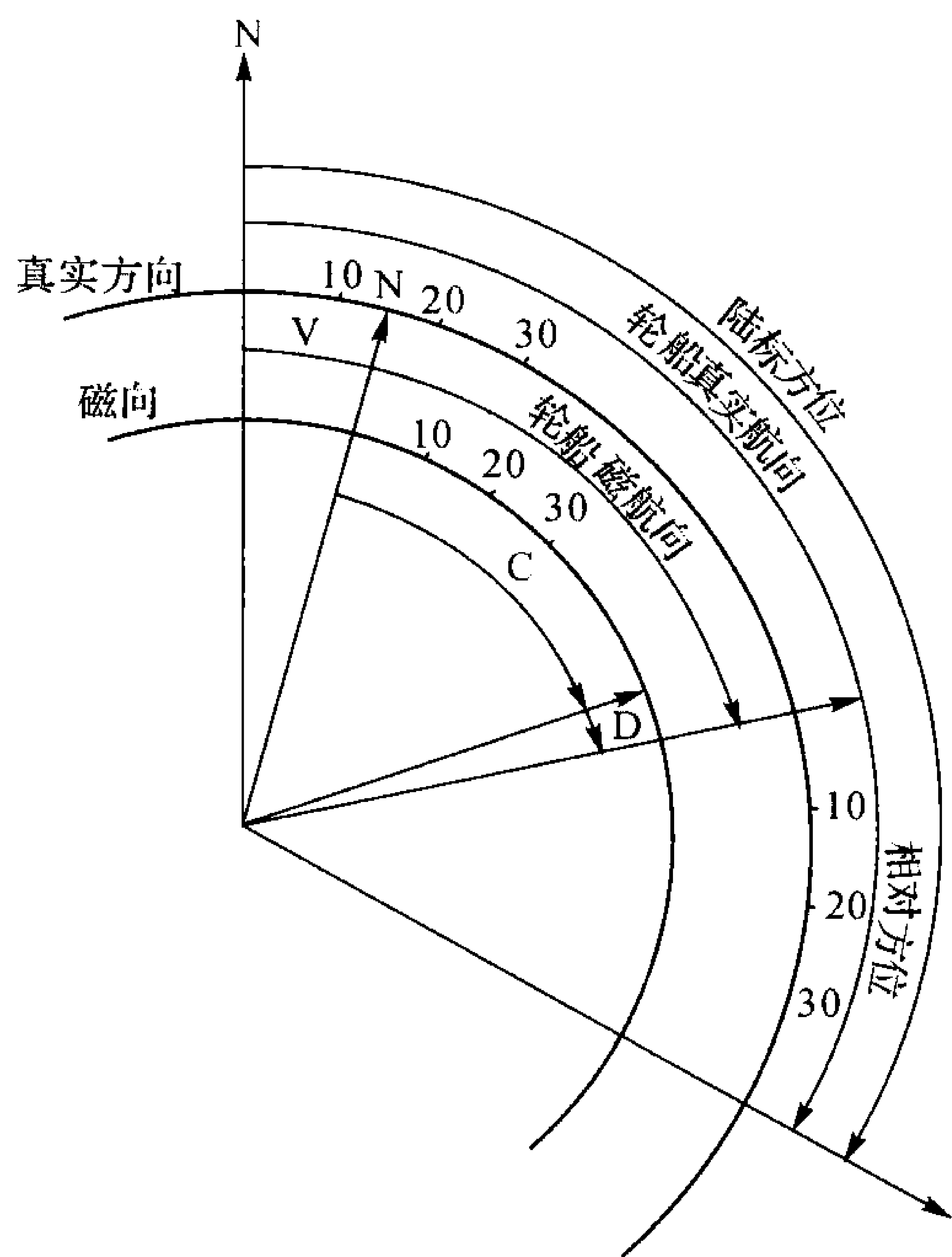



图 8.1　方位修正计算的参数关系。陆标的真实方位等于罗盘航向 C、罗盘偏移 D、磁偏角 V、相对方位 RB 之和。

作。如果人们在每个单项位置都开展这个过程，那么确定方位所需的三个 LOP 将需要九步加和操作。但是，这里实际上有一种方法可以节约计算所耗的精力，即用专门的方式使计算过程模块化。由于任何确定地点的三个 LOP 都可以几乎同时观测到，那么对它们而言舰船的航向都是相同的。这样，就可以一次计算出舰船的真实航向（包括罗盘航向、罗盘偏移，以及磁偏角），然后再将三个相对方位相加得到中间和。对于整个定位过程来说，与无模块过程所需的九步相加操作相比，这种方法只需要五步相加操作（两步关于船的真实航向，三步关于船的三个相对航向）。正如我们即将看到的，当我们考虑到这个团队的实际表现的具体细节时，在这个高工作量的环境下，即便是一点小小计算能力的节省都是相当有帮助的。

我对 Palau 号运转的探究和训练资料的查阅发现了许多文件。这些文件在细节上描述了导航团队成员之间名义上的劳动分工，包括工作人员的基本结构，以及通过罗盘航向、罗盘偏移、磁偏角和相对定位确定单个 LOP 的计算要求。但是没有证据表明，是否有程序描述了当旋转罗盘失灵时，通过对相对定位的可见观察，进行定位的计算工作是如何分布于导航团队成员间的。没有这项程序并不奇怪。毕竟，如果舰船为这种情况预备了相关 321

程序，它应该也为其他上百种更可能发生的情况预备程序，同时，在一个人员流动率高的组织中，为如此众多的程序训练人员也并不实际。

解决我们所考察的事件的一般程序是什么样子的呢？显然，它需要利用模块化计算的优势。也许它要求在依次计算每个真实方位的基础上进行舰船真实航向的计算。这点看上去很简单，但是应该如何组织单独团队成员的活动，以便他们每一个人都可以做必要的事情并且以有效的方式完成新的工作呢？这不是一个小问题，因为在计算任务的众多组成部分之间，有许多人类劳动分布的变化和联合的可能性。这种设计应该通过在团队成员间分布工作量来避免任何个体工作量的超载。它应该结合某些次序控制措施来避免不和谐（船员扰乱彼此的工作）、冲突（两个或多个团队成员试图同时使用单一资源），以及抵触（团队中成员工作目标相左）。它应该在队员当中开发能够暂时进行平行活动的潜力，可能的话，它需要避免计算中的瓶颈。这是一个相当复杂的设计问题，甚至看上去比我们审查导航团队队员与计算环境的关系更为困难。导航团队执行任务的性质使他们并不喜欢开展这样的设计活动。他们必须继续做本职工作，在旋转罗盘失效和舰船可以抛锚的时刻，工作的需要远远超过了可利用的资源。

## 8.1 适应性反应

把导航团队看成一个认知系统将使我们提出这些问题：由于旋转罗盘的失效，在导航团队中，附加的计算应该在哪里开展？新的任务是如何完成的？在详细审视小组表现之前，先总结如下：附加的计算落在首席军需官肩上，他主要是扮演绘图员的角色。他试图用心算来开展进一步的计算以修正传给他的相对方位，但是在定位所需的一分钟间隔的时间限制使他不可能完成这一步。通过忽略一点计算速度的精确度，他能够确定舰船将何时驶达预定的锚地。当 Palau 号落锚以后，绘图员用手工计算器来减轻在压力下的心算负担，并且恢复了计算执行中的记录员的协助。在这个额外的任务中，没有明确的计划对绘图员和方位记录员的劳动进行分工。每个人都有关于该问题的其他相关责任。落锚并非消除了确定船体位置的需求。一艘泊船可能会被风吹动、被浪推动而绕着锚旋转。当旋转时，船体扫过一个圆面，其直径是船身长度与船首到锚的距离的总和。即使在浅水中，Palau 号也能够扫过一个直径超过 1500 英尺的圆。由于一侧有浅水，另一侧是船道，因此对舰船的位置保持警觉是非常重要的。

322

既然这个计算的修正很好地解释了各个次级部分,我们将提出的问题是,这项任务的各个部分是如何在参与者之间进行分布的。但是我们发现这里一开始并没有固定的模式。所增加的各个修正参数的次序,以及进行加和运算的人都在从一条 LOP 到另一条的定位过程中变化着,在旋转罗盘失灵和 Palau 号到达停泊处期间,LOP66 被瞄准、修正和定位,即使是修正参数的编号也在 LOP66 期间不断改变。逐渐地,一个组织结构在开头的混乱中浮现出来。团队经过的计算和社会一组织的构造次序显示于图 8.2 中。在修订和规划 LOP30 后,行动的稳定模式出现了,其中修正参数的应用顺序和绘图员与方位记录员的劳力分工被确定下来。尽管这一稳定构造的计算结构看上去至少有一部分被绘图员预料中了,社会结构(劳力分工)也似乎在没有明确计划的参与者的交互行为中产生。 323

第一区域:

| LOP# | 1 | 2 | 3 | 4 a | 4 b | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.(C+RB)+V | P | P | | | | | | | P | | P | P | | | | |
| 2.(RB+V)+C | | | RP | | | | | | | | | | | | | |
| 3.(RB+C)+V | | | | RP | RP | P | P | P | | RP | | | RP | | | |
| 4.(C+RB+V) | | | | | | | | | | | | | | P | RP | RP |

第二区域:

| LOP# | 16 | 17 | 18 a | b | c | d | e | f | 19 | 20 | 21 a | 21 b | 22 | 23 | 24 a | 24 b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.(C+RB)+V | | | | | | | | | | | | | P | | | |
| 2.(RB+V)+C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.(RB+C)+V | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.(C+RB+V) | | | | | | | | | P | | | RP | | | | |
| 5.(C+V+RB) | PR | | | P | RP | | | | | | | | | | | RP |
| 6.(RB+C+V) | | R | R | R | | R | | | | R | R | | | R | R | |
| 7.(C+V)+RB | | | | | | | P | P | | | | | | | | |

第三、第四区域

| LOP# | 25 | 26 a | 26 b | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.[(V+D)+C]+RB | P | | P | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.(RB+C+D+V) | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.RB+((V+D)+C) | | | R | PR | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.(C+D)+V+RB | | | | | R | | | P | R | | | | | | | | | |
| 12.[C+D]+RB+V | | | | | | R | R | | | | | | | | | | | |
| 13.[C+D+V]+RB | | | | | | | | | P | PR | PR | R | R | PR | R | P | R | R |

图 8.2 计算 LOP,左栏给出了计算结构,图顶部的每个部分统计了 LOP 的数目。P 指 LOP 计算完全由绘图员进行;R 指 LOP 计算完全由记录员进行;RP 指方位线计算是由记录员开始或组织,由绘图员结束;PR 指计算是由绘图员开始或组织,由记录员结束。

## 分　析

旋转罗盘的失效使船侧的方位接收员略微受到了点影响。对于他们而言,这只意味着他们必须记住相对船首——照准仪探视镜中两个方位圈的外部而非内部(图 1.7)来确定瞄准方位。因此分析将会关注绘图员首席军需官理查兹和方位记录员二等军需官西尔弗的活动。

324　我们可以把绘图员和记录员的行为看成一种在复杂空间搜寻相互适合并能完成工作的计算和社会结构的活动。如图 8.2 所示,这两个人探究了 13 种不同的计算结构和许多社会构造以获得稳定的配置。

我们如何解释这种看上去异乎寻常的对计算和社会空间的搜寻呢?我下边要讲形成计算的四条主要原则:

- 计算结构由数据的可用性驱动
- 运用规范的描述组织计算
- 使附加任务模块化的计算优点
- 计算与社会组织之间的适应

基于这些原则,我们可以把从旋转罗盘失效到任务结束之间发生的事件分成四个暂时的区域。在第一区域,即 LOP1－15 处,绘图员自己从事所有的计算,计算结构主要由数据的可用性驱动。这一部分的结束以电子计算器的引入为标志。在第二区域,即 LOP16－24 处,绘图员开始把一些计算负荷推到记录员身上。在指导记录器如何计算的同时,绘图员开始用规范的描述来组织计算。在第三区域,即 LOP25－33 处,计算的模块化成为这两个人对模块程序的共同参与中的共享资源。在第四区域,即 LOP34－66 处,他们发现分工适合计算,并设计了用于模块加和的参数术语,因此使共享人工物的概念成型。现在让我们看看海图中的工作细节,看看在从旋转罗盘失效到系统建立新的稳定构造期间 LOP 的绘制(参考图 8.2)。

### 第一区域:计算结构由数据的可用性驱动

绘图员利用通常被称为心算的办法计算最初的 12 条 LOP。在有些情况下,这种计算需要环境中人工物的帮助。在第一条 LOP,他利用量角器
325　(海图定位工具)的刻度作为计算的媒介,将刻度的指数排列在 29 度(罗盘航向),向上滑动 52 度(相对方位),再滑动额外的 14 度来加上磁偏角。在第二条 LOP 计算时,他使用方位日志作为记忆存储,用手指描绘出增加的纵列。LOP8 和 LOP9 是在海图空白处用纸笔计算出来的。绘图员的任务要求伴

随着许多麻烦，这通过事实表现出来，虽然每个定位需要观测三个方位，但绘图员只能为第一个定位绘制两条LOP，为第二个定位绘制一条LOP，并为第三个定位绘制两条LOP。

落锚的时间是17:06，正好在第五条LOP绘制之前。一旦铁锚触底，团队的定位间隔就从一分钟扩大到六分钟，但绘图员在进行心算的时候仍然难以跟上。

在这一部分，绘图员的行为可以被认为是机会主义的。他在计算前12条LOP时用了3种不同的计算顺序和几种不同的媒介。尽管这种行为初看上去是不系统的，但是其中有一条简单而有力的规律。绘图员相加参数的顺序取决于参数所处的位置、所处的时间以及获得参数所需的努力。比如，在LOP8，绘图员返回到海图桌，口头复述舰船的磁航向时，他用这个参数开始计算。在LOP9，绘图员为了确认下一个要增加的相对方位不得不咨询记录员，他从相对方位开始计算。在LOP10，绘图员再次自己开始计算，而且再次从磁航向开始。这些模式暗示着在这个事件中明显的更为普遍的组织原则。图8.2的前两部分，绘图员绘制15条LOP中的12条都是从舰船的磁航向开始计算的，18次计算中的13次都是由记录员报告陆标相对方位开始的。

这个规律看上去是个体认知效率的地方性策略的结果。从试图进行加法计算的人的视角看，当开始计算的时候，如果其中一个参数已经处于工作记忆中，那么从这个参数开始将最有功效。

326 让我们考虑方位记录员的情况。当他与方位接受者互动计算时，他要倾听、记录并且口头确认相对方位。尽管不是附加程序的一部分，这些行为却影响了该程序的进程，因为它们把相对方位(RB)这一参数输进方位记录员的工作记忆中。当相对方位已经进入工作记忆中，为了进行计算以支持模块化(C+V+RB)，记录员必须用某种方式来保持相对方位在工作记忆中的活跃性，或者必须在工作记忆中写入相对方位，并稍后在需要的时刻再次读出。如果他选择在工作记忆中保留相对方位，那么相对方位在读取C，回忆V，以及C和V加和的过程中不能被改变(其他现有的号码表征也不能改变)。这可能需要记录员在工作记忆中保持到11数位(V+C为8位，RB再加上3位)。如果该任务的记忆负荷过重，那么记录员会选择让相对方位写入工作记忆中并随后再次读出。当然，这包含了重写和重读相对方位所浪费的精力。

与这种“优先”次序的成本作为对比的是，将参数输入命令RB+C+V或RB+V+C包括更少的工作记忆负荷，而且没有浪费精力。这样，从方位接收者的地方性视角来看，它仅仅更早和更有效地根据相对方位来开始每一次计算。

绘图员则处在不同的位置。大多情况下，当相对方位被报告后，他会在舵位读取舰船罗盘航向。就是在定位开始的时候将参数 C 输入到绘图员的工作记忆之中。请注意图 8.2，除了 LOP5—7，通过绘图员开始的每一条方位线都以 C 作为第一项参数。但是与记录员或其他表征系统的交互行为可以改变绘图员的计算位置。在每一次绘图员向记录员询问用以相加的参数的地点时，该参数都是相对方位，而且作为加和的第一项。在更仔细的考察下，LOP5—7 中作为对规则明显的例外其实根本不是例外。当数据输入时，这些计算并没有完成。对三个相对方位的观察是绘图员决定抛锚地点时作出的。然后他开始用面前的方位日志上的数据来计算 LOP，相对方位在页面的左侧栏目，舰船的磁航向在最右边的栏目。这种与方位日志的交互行为数据可用性的暂时模式，反过来又改变了组织的最有效的用以心算的参数次序。

327

没有人可以总是会意识到他们已经就相加参数的次序作出了决定。而且，每个人只不过是试图以尽可能正确和有效的方式来进行加和。由于这两个人经历了不同形式的数据的可用性，这个原则对他们每个人产生了特有的不同的结果。

目前为止，工作的原则可以总结如下：个体参与者可以允许加和参数的次序是由环境中数据可用性决定的，从而使工作负荷局部最小化。但是由于数据能够可用主要通过社会交互作用，因此计算结构就是这种交互结构的主要的计划外的副产品。交互行为的结构本身是混乱的，因为它由其他任务的干预和导航团队其他成员与桥楼其他工作组成员的社会交互行为所形成。

在绘出 LOP12 之后，记录员开始一轮新的定位，时间间隔为两分钟。绘图员指示他采用六分钟的时间间隔，并抱怨用心算跟不上计算的需要。当我问他以前是否能跟上工作时，他说："不能，我正在用大脑计算，而它却不会相加。它不会对付数字，所以我只好用脑子算来算去正确的角度，来看看它到底在该死的哪里。"记录员说："你把磁偏角减去。""好的，"绘图员说："你加上，加上磁航向，然后加上磁偏角。"这段对话是对技术结构的反映的第一个证据。绘图员清楚明白地说出了变量："……加上磁航向，然后加上磁偏角。"之后，绘图员又谈论道，跟上工作的唯一方式就是使用一个计算器。这段对话之后不久，绘图员走进海图室拿了一个导航计算器回来。这个计算器可以对数字进行专业导航功能的计算，但是后来只能计算加减法。

计算器的使用消除了绘图员用心算来计算即时加和的需要。在 LOP 13—15，绘图员输入了数据。他首先在每个 LOP 计算时输入 C＋；然后，他在方位本上查找相对方位，输入 RB＋，再输入 V＝。在这里，计算器不仅仅

328

是一个计算装置，绘图员在查询相对方位时，也用它作为参数 C 的临时外部记忆。计算器引入的即刻结果是它去除了中间和的结果（这对以下模块化的解决方案的发展很重要），而且它改变了对绘图员作为外部记忆的记忆需要。它并没有改变这样一个事实，参数相加的次序取决于任务环境中数据可用性的模式。

计算次序对数据可用性的依赖是第一部分主要的特征事件。它将持续到随后部分记录员的行为上，但是计算器的引入标志着绘图员这种数据驱动的任务组织的结束。直至计算器的第一次使用，记录员把 RB 的数值告诉绘图员，有时才不需要作算术，无论是心算还是其他的方式。这意味着一些改变。

下列惯例用来在后面的手稿中记录绘图员和定位员口头和非口头的行动。

( ) 圆括号内是对视频记录中所观察行为的评论或注释，未逐字抄录。

\# 用于抄录相邻线段的斜条，表明同步发生。

/? / 表明令人费解的话语。

{ } 大括号内是计算器按键的号码和行动。

{**3+**} 大括号内的黑体字是计算器的按键，被口头追踪。例如，一个人按 3 和十键，同时说："三加。"此外，最频繁的按键是十，一，＝，和清除键。

120 所说的号码为方便起见，大部分转译为数字。如果它们由空格隔开，每个数字就是被单独说出的；如果它们没有被空格隔开，那么它们被理解为常规号码。这个例子也可以被转译成"一二十"。 329

以下是计算的关键符号：

C 舰船罗盘航向，未修正。

D 罗盘偏移，航向的一个函数。

V 磁偏角，在 San Diego 港大约为东 14 °。

RB 陆标相对方位。关于舰船航向的陆标方位。

M 舰船的磁航向(C+D)。

T 舰船的真实航向(M+V)。

TB 真实方位(T+RB)。

( ) 圆括号中的参数用以键入计算器，只作十或一运算。＝算子关闭

括号。这样，(**C**＋**V**＋**RB**)意味着这三个参数相加在一起作为一组；((**C**＋**V**)＋**RB**)意味着＝运算应用于(C＋V)，然后再加上 RB。

[ ]　方括号内的总数是中间媒介加和。因此，([(**V**＋**D**)＋**C**]＋**RB**)表示下列行动：键入 V，键入＋，键入 D，键入＝，键入＋，键入 C，键入＝，读出显示值，键入＋，键入 RB，键入＝。

我们如何知道计算所应用的参数之间的次序呢？每条 LOP 的计算都由可获得的数据以如下方式被重构出来：通常，所有变量的数值要么在抄本中，要么可以被确定。在所有情况下，磁偏角都是 14°。举例来说，在 LOP8，我的记录是，舵手告诉主管舰船的航向(即罗盘航向)是 335°。左舷罗盘操作员报告与银色大门的相对方位是 275°。这种方式的安排与口头说出来的数字是适合的。以下是绘图员所说的：

> 是 335，335。哇哦(喃喃了 3 秒。绘图员观察记录员写下来对银色大门的方位。然后绘图员在海图上草草记下了方位，并在海图的空白处计算空间数值。) 116，60，0，6 减去 1 是 5，250，250，啊哈，250 将会给我 264，264，它指向该死的哪里？啊，我知道它指向什么了，那是银色大门。好。264。

330　显然绘图员将舰船 335 °磁航向，加上如下所示的 275 °的陆标相对方位。"116"是指进位数字，以及最左边两列相加之和。要想确定所说的 1 是指哪一个进位数字，或者是指中间列的加总是不可能的。而且，这肯定是已执行了的加和。既然总和超过 360，就有必要从总和中减去 360。因此所说的 60 应该就是 360 中的 60。这样，还有一个 0 是右列的减数，随后是关于中间列减法运算的清晰描述："6 减 1 等于 5。"到这一点为止，加法是在海图空白处用纸笔完成的。此后开始用心算。250 作为结果被听到了两次，然后加上磁偏角得出最后的总数。

完整的重构如下图所示。数字中的黑体清晰地出现在抄本上；数字浅的不在抄本上，但可以由已知数据推断。

```
 3¹3¹5
  275
 -----
  610
  360
 -----
   50      250      250
                     14
                   -----
                    264
```

因此,我们可以推断,LOP8 的附加修正参数的运算次序是(C+RB)+V。在这个例子中,所有的 LOP 都作了类似的重构。在某些情况下,为了消除磁带里不清楚的说话声所带来的歧义,也有必要重建实际的定位本身。使用这种技术在大多数情况下可以确定使用参数的准确次序,但有三次例外。在团队成员犯了错误的情况下,不可能作出清楚的判断。在那些情况中,我试图作出最相似的重构。

**第二区域:出现媒介结构**

引入计算器最重要的后果是,它为绘图员和记录员的交互行为创造了一种新的情境,在这一过程中,绘图员对记录员提出了建议。例如,在 331 LOP16,绘图员从舵位返回,在那里他读取了罗盘航向并输入 C 的取值:

**LOP 16　　　　(C+V+RB)**

(绘图员从舵位返回。)

绘图员:231。我们得到什么了?{231+}

{然后他把计算机滑到记录员面前。}

这儿,加一下。

你要…你要航向。你要航向 #是 2 3 1

记录员:#再加上磁偏角。

绘图员:加上磁偏角。

记录员:哦,2 3 1 是航向?

绘图员:2 3 1。这里 {清除 **2 3 1**}

记录员:我知道了。{记录员把手放在键上。}{清除,2 3 1}

绘图员:加上 14。

记录员:{+14}好的。

绘图员:好的。{未计算中间媒介之和。}

记录员:{+**0 0 7** =}是 2 5 2 ,在银色大门。

绘图员:2 5 2 银色大门。

在这个 LOP 中,绘图员控制着争辩的顺序。记录员看上去有点感到惊奇,因为他是从舰船的航向开始计算的。

在 LOP17 和 LOP18a 中,绘图员正在忙于绘制上一个方位。记录员开始自己来计算,他从书上读取了 RB 并以此作为开头。LOP18a 的结果是错误的,因为报告的方位被方位接收员错误地读取了。但是错误的情境提供了调整工作结构的机会。记录员将计算器滑到绘图员面前,并从对他来说

最明显的数据 RB 开始口述。但是绘图员忽略了记录员，开始键入下一个数据 C＋V。绘图员犯了个错误，还清除了计算器。记录员已经看到了绘图员想加和的参数次序，就以(C＋V＋RB)的顺序口述参数：

332 **LOP18c {C＋V＋RB}**

记录员：2 3 1，长官，加上 14，加上 #

绘图员：{2 3 1＋14＋} #好的。那是……啊哈，

记录员：方位 1 5 7 。{3 秒 } #好

绘图员：{1 5 7＝} #4 0 2

记录员：减去 3 60 # 是

绘图员： {－#360＝}是 042。不，它不对。不是 042。它只是没有工作。看看 042 在哪里。(绘图员指向海图)。如果是 042，我们现在就会坐在谢尔特岛(Shelter Island)的后面！

这个 LOP 中出现了另外 3 个尝试性的计算，在 LOP18d 中，记录员在数据录入时出错，并把计算器递给受挫的绘图员。在 LOP18e 中，绘图员也出现了一个数据录入错误，他清除了计算器数据，然后重新开始。

我们可能一直认为引进计算器的重要之处是它具有作为计算装置的能力。事实上，团队并没有因为使用计算器而就此提高速度或者更为精准。计算器的重要作用在于它改变了工人与任务的关系。当绘图员将计算器推给记录员，让记录员加和参数时，绘图员实际上加入了一项新的任务，即指示记录员进行计算，这种指示是通过以下的常规计算结构完成的：C＋D＝M＋V＝T。LOP16 清楚地证明了这一点，在 LOP16 中，绘图员提到了一系列变量："你想要航向，是 231……加上磁偏角。"注意：记录员看上去并没有从绘图员清楚的陈述中学习。他回头在 LOP17，18a 和 18b 时，首先采用了 RB。但是，一旦绘图员清晰地说出这个结构之后，该结构便成了绘图员用以组织完成自己任务的一个来源。在 LOP18b 中，尽管记录员先口述了 RB，绘图员还是输入了 C＋V。于是，记录员口头上追踪了绘图员的按键信息。这个共同的表现是记录员首次将舰船航向作为第一个参数。一旦绘图员也开始采取同样的行为，记录员就会将展现在人际交互工作中的策略内在化，在某些确定的社会条件下，他可以用这种策略来组织自己的行动。因此，在 LOP18c 中，记录员采用了口述数据给绘图员(绘图员键入数据)。记录员说
333 "231，长官，加上……"但此时的结构对于记录员来说还不甚完善。在下一步 LOP18d 的尝试中，记录员观察到一个新的 RB，并由此开始进行计算。

计算器的引入以及就此带来的错误为指令提供了一个情境，使得参数序列能够在其中被清楚地讨论。其中反映出的一些错误并不是次序错误，而仅仅是键盘输入的错误，尽管如此，这些序列还是可以被当作说明次序的情境。绘图员看起来是从自己的指令（对记录员）中学习，然后改变了自己的行为。直到他尝试着去指示记录员的行为时，会依照参数在环境中出现的顺序依次采用。记录员看上去会根据绘图员的行为（而不是绘图员的话语）来相应地改变自己的行为。这一全新出现的标准化结构支配着绘图员的指令行为，并且也开始支配着绘图员对任务的组织行为。

在 LOP21a 中，记录员在将参数加入命令（RB＋C＋V）时，出现了键入的错误。错误引起了绘图员的注意，他开始观察记录员。

**LOP 21b** **(C＋RB＋V)＆((C＋V)＋RB)＝((C＋V)＋RB＋V)**

记录员：{清除 221 ＃＋14}

绘图员： ＃加上 14 是 235。（C＋V 是绘图员心算出来的。）

记录员：235？

绘图员：是的，它的 235 减去 118。((**C＋V**)＋**RB**)

记录员：哦。{清除}

（记录员没有意识到按“＝”将会产生 235。）

绘图员：235 是＃335，345，353 怎么样。对吗？

记录员：{235 ＃＋118＋14＝} 007 怎么样？((**C＋V**)＋**RB**＋**V**)

绘图员：007。

记录员：长官，计算器赢了。（绘图员瞪着记录员。）开个玩笑。（他们大笑了 4 秒。）现代技术。

绘图员：我也给你现代技术。

这里发生了两件重要的事情。首先，记录员为了向绘图员展示他会正确地加和，因而证明了他可以确定标准化的次序。其次，这是记录员第一次组织正确的模块计算。不幸的是，记录员仍然没有正确理解模块化的关键——中间媒介之和(C＋V)的意思。他错误地把 C 单独加入 RB 和 V 中，因此产生了一个错误。记录员似乎出于计算器的威力，没有去改变这个结果。这导致了一个拙劣的定位，但是记录员确实独立地这么做了。这时锚还没有放下，舰船也没有危险，但是如果他们依靠这个定位质量的话，他们将陷入麻烦之中。 334

在 LOP22 中，绘图员未能使用电脑的模块，除非相互合作，使得完全模

块化对每一方面都可用，否则模块化就没有什么优势可言了。模块化是众多更为普遍的测量现象之一。罗盘偏差表的构建是测量的一部分，但它是领导团队在执行任务的几天或几周前所做的一部分工作。类似的，对变量的测量也是测量的一部分，但它却是制图师几年前完成的。在每个例子中，测量的部分数据(不是例子中的变量)已经被去掉，并被具化成人工制品(偏差表中的图表里所显示的变量)。同样的，模块的总和是主要测量数据的预测变量。

绘图员用非标准序列(C+RB+V)来执行 LOP23。但是，这并没有违背以上所描述的原则。绘图员在定位伊始没有像往常那样从舵轮上读取 C，而是忙于询问此时锚是否被拉起。当绘图员返回到海图桌时，记录员告知了 C。绘图员便在海图日志中查找。他大声读出来，同时仍然斜靠在书本上，把 RB 写在离他最近的书中，用铅笔头指着空气中的数字，仿佛在做加法的样子。环境中数据的可用性再一次推动了计算组织。

**LOP 24 a** **(RB+C+V)**

记录员：112 加上 226 加上 14。352 舰船航向。(记录员是指“哈姆(Hamm)的灯光”)

绘图员：他指的哪一个塔是北岛塔？

335 (绘图员离开海图桌走向左舷)

嘿，你指的哪一个塔是北岛塔？

(PW 指向一个塔)你确定吗？好的。

PW：是右边那个吗？

绘图员：是的。

(P 返回海图桌)

**LOP 24b** **(C+V+RB)**

记录员：哪个塔#哇一

绘图员： #啊，哈姆(Hamm)的是什么？

记录员：哈姆的是(**226+14+112** =)352。(5 秒)时间 56，长官。

在 LOP24a，记录员忙碌着自己的事情，将参数按顺序(RB+C+V)排列。一段时间之后，绘图员询问记录员，哈姆的方位是什么，记录员重新计算而没有记录下来。这次，他将 LOP24b 按规定的顺序(C+V+RB)计算，很明显他了解绘图员偏好的顺序，但他看上去只在与绘图员的交互作用中

才计算。

这将我们带入第二区域的末尾，在这一区域我们看到绘图员记住了媒介结构，但是记录员的计算组织在很大程度上仍然受数据可用性的模式的驱使。这一区域与第一区域的明显界限并不在于计算器的引入，而在于绘图员的命令“这里，加入这些内容”。计算结构的变化遵循可能由技术变革引起的社会创新而非技术创新本身。

**第三区域：局部模块**

从上文对任务计算结构的描述中，我们注意到真实方位由以下4个参数之和确定：磁航向，C；罗盘偏移，D；磁偏角，V；相对方位，RB。到现在为止，小组已经计算并绘制出24条方位线，不过罗盘偏移这个参数还没有被包括在内。这似乎令人惊讶，因为我们确信绘图员和记录员很清楚罗盘偏移是什么以及如何使用。唯一能猜测的是他们是如此的忙于自己的工作以至于忘记加入这个参数。幸运的是，直到LOP22，罗盘偏移这个条件的缺少都没有对方位测定的质量造成影响，因为到那时为止，舰船航向的罗盘偏移都接近于零。但是，就在LOP22之前，船首开始驶向西南方向，与航向相比罗盘偏移为3°。定位三角板开始打开，并清楚地显示给绘图员某个地方出错了。他把量角器放在海图上进行轻微的移动，查找是哪个不同的方位使三角形缩小。LOP25－27是LOP22－24的重复工作，这一次要考虑罗盘偏移。 336

1. 绘图员：我继续处理这些该死的错误，这些奇怪的讨厌的可恨的三角形，我要找出哪一个该滚蛋。

2. 记录员：你还需要一轮吗？

3. 绘图员：不，不，不，哦。120 我知道他正在干什么了。让我试试，让我试试(绘图员转身走向舵位)让我试试，用这个新的，显示为三(他读着罗盘架上的罗盘偏移卡)显示为3，每项加上3。

4. 记录员：加3？

5. 绘图员：是的。

6. 记录员：因为他正在使用磁力？(记录员还没有明白)

LOP25　　{[(**V**+**D**)+**C**]+**RB**}

7. 绘图员：西南航向加3，所以是(14+3=)17，加上22，17加上226是，啊哈，23，啊哈。

8. 记录员：加上226是34是243。　((**V**+**D**)+**C**)

(记录员忙着拿着笔在纸上记录。)

9. 绘图员:好的,243 加 013 是 256。2 #56 {[(**V**+**D**)+**C**]+**RB**}
10. 记录员: #259(这是个错误)
11. 绘图员:25 嗯?
12. 记录员:259,加上 013? 是 259。
13. 绘图员:259 这是正确的。好的。加上 112 是多少?

LOP26a
14. 记录员:112 加上 226……(**RB**+**C**)
(这里很清楚地表明记录员不懂得尝试模块化。)

337 **LOP26b** {[(**V**+**D**)+**C**]+**RB**} **&** {**RB**+[(**V**+**D**)+**C**]}
15. 绘图员:加上 243,243 加上 112。 {[(**V**+**D**)+**C**]+**RB**}
16. 记录员:112 加上 243 是 55,355。 {**RB**+[(**V**+**D**)+**C**]}

当绘图员查找线段 3 的定位时,他说"我知道他正在干什么",他注意到三角形的几何性质使先前的每条定位线都有一个小的顺时针旋转,从而使三角形变小。这是由于所有 LOP 产生的罗盘偏移。他走向舵位,查阅罗盘偏移卡来决定这个航向的偏差,虽然他形容结果加上罗盘偏移后"好了很多",但是记录员造成的两个错误还是导致了一个拙劣的定位。

在这件事之前几天,绘图员已经在出海时为罗盘做了一个新的罗盘偏移表,方位记录员在两个月前的海上演练也证实了他对罗盘偏移使用的掌握。这个计算原则在导航文化里是众所周知的。我不会质疑在采访中绘图员是否能够轻易地描述计算。他们在这里的任务不是"在世界上"发现这些东西,而是在他们自己的知识领域中揭示它们。然而,这还是花费了绘图员 55 分钟和 24 条方位线才能发觉,他明白了要增加参数来作出修正的正确次序。

243°这个计算结果是舰船的真实航向,而且它在 LOP26b(线段 16)的使用是第一个完整的计算模块。绘图员控制着所有 3 个 LOP 的计算,虽然在 LOP26b 他必须阻止记录员要把 RB 放在第一位的强烈倾向。记录员明显不清楚模块化带来的好处,或是在模块形式中最后加入 RB 的必要性。LOP27 的结构也是模块化的,但是在准确计算时,舰船真实航向的价值没有被正确地记忆。

我们还不清楚为什么绘图员重新计算了这个方位的所有 LOP,而不是仅仅在之前的结果上加 3。这可能是试图消除发生在之前那一轮的任何一

处计算错误，毕竟，这是一个十分大的三角形。而且，这一轮里所有的计算是通过手工完成的，而没有采用计算器。因此，可以肯定这并非由于使用计算器而引发的问题。

绘图员看上去已经把罗盘偏移的发现和方位的再计算当作考虑计算结构的契机。引入计算器激发的反映导致他将计算的结构与标准化结构安排成一致的。附加的罗盘偏移参数的反映也引导他进入模块化结构。绘图员从来没有明确提到模块化的优势；不过，如果他在组织计算时没有注意到这个优势的话，他一定在计算完成之后就注意到了。 338

当绘图员向甲板日志保管员解释为什么罗盘不能及时重新启动来提供帮助，以及为什么他们因此必须在剩下的航程中使用磁方位的时候，记录员在计算 LOP28。绘图员的谈话被记录员打断，后者正在为了使用罗盘偏移表而检查程序。

**LOP28** （**[C+D]+V+RB**）

记录员：查尔斯？（2 秒）航向？

舵手：226。

记录员：226。

记录员：是 226。你要加上 3，是吗？在偏南航线？（3 秒）长官？

绘图员：再说一遍。

记录员：你是要加上 3 吗/？/偏南航线？（指向罗盘偏移表的条目。）（2 秒）是 226。磁航向是 226。

绘图员：是的。

记录员：226 加上#3，好的，这样就是 229。{**229+14**}

绘图员： #对的。

记录员：{**+115=**}{3 秒} 哈姆灯光 358。（**[C+D]+V+RB**）

这样在 LOP28，记录员将争论引入正确的次序，但只是做了模块的一部分。他计算（C+D）=229 作为模块的总和。然后他加上 V 和 RB，而没有算出舰船的真实航向来作为中间媒介之和。在 LOP29 和 LOP30，记录员由部分模块和开始，并且以（C+D）+RB+V 的次序来加和参数。即便只是部分的模块化，对于记录员来说也是向前迈出的重要一步。它的出现源于两个因素：第一，在计算中包括罗盘偏移将使参数 C 更加重要。第二，在计算中记录员的场所已经改变。他像平时一样记录相对方位，但是他本人要去舵 339

位来获得磁航向，因为绘图员忙于其他事情。在那里他将参数 C 存入工作记忆中，然后开始计算。场所的改变意味着最有助于计算的情况也对记录员最为方便。这并非最好的劳动分工，但它是对社会结构与计算结构之间的暂时的地方性适应。数据模式的可用性并没有与计算结构背道而驰。因此荒谬的是，使绘图员远离海图桌的额外工作（系统的负担）确实允许系统得到改善。

在停泊了 1 小时 20 分钟之后，Palau 号收起锚，在自身动力的驱动下驶向码头。LOP32－33 是过程中一个转折点。在 LOP32，绘图员和记录员在理解上有一个很明显的冲突。在 LOP33 他们第一次展现了什么是稳定的配置。

**LOP32** （[（**C**＋**D**）＋**V**]＋**RB**）

1. 记录员：你要航空灯塔？

2. 绘图员：是的，我现在就要航空灯塔，是的，正好是…187，88，87，88。

3. 记录员：020，舰船航向是什么？

4. 绘图员：啊？ 087。87，是＃1 西边

5. 记录员：＃087 是 1 西边，7

6. 绘图员：是 86 （**C**＋**D**）

7. 记录员：{**86**}

8. 绘图员：14＃是 100（（**C**＋**D**）＋**V**）

9. 记录员：＃（**＋14**）

10. 记录员；（**＋100**）注意监察

11. 绘图员：不，是 100 加上什么。（[（**C**＋**D**）＋**V**]＋**RB**）

12. 记录员：10，你从哪儿得到的这个？

13. 绘图员：100 是磁航向，整个，＃加上相关的。

14. 记录员：哦，整个的。加上相关的，{**＋20＝**}，1 20

15. 绘图员：好的

16. 记录员：120＃对北岛塔

340 **LOP33** （[（**C**＋**D**）＋**V**]＋**RB**）

17. 绘图员：＃和哈姆的？（2 秒）10 ＃0 加上哈姆的任何数据。

18. 记录员：＃哈姆的

19. 记录员：好的，{100＋224＝}，324 是 ＃哈姆的。

20. 绘图员：#324，那是全部的三个。我都得到了。
21. 记录员：好的
22. 绘图员：看上去不错。好极了。完美。精确定位。
23. 记录员：很好！

在 LOP32，绘图员和记录员合作起来，重新计算舰船的真实航向。在 LOP4－16，合作工作给记录员提供了机会，来理解“整个”是模块之和再加上 RB 的结果。记录员增加参数后的次序还是遵循数据可用性的模式，但绘图员积极地构建了数据可用性的模式，从而得到了记录员期望的结果。也就是说，绘图员在工作环境中的数据可用性模式和记录员的附加活动之间充当了一个斡旋者。

第三区域最突出的特点是出现了计算的局部模块化，以及绘图员新的确定的概念图式与记录员的实践之间的冲突。在这一区域，绘图员开始提供媒介结构来改变记录员所经历的数据可用性模式。在 LOP33，记录员显示了自己使用这一媒介结构的迹象。对记录员来说，附加活动不应该随机地在表面开展，其背后存在着概念的和社会的组织，来用特定的顺序将参数输入公式。

**第四区域：新而稳定的解决方案**

在上一部分，我们看到个体的行为如何作为媒介设备，为其他人控制数据可用性的模式。在第四个即最后一个区域，该小组发现劳动分工中的每个成员都能遵循工作环境中的数据可用性的计算顺序（从而使记忆的负担和无用功最小化），每个人都同时生产其他数据可用性模式从而支持计算的模块化形式。在这一区域，计算结构仍然主要受到数据可用性模式的驱动，但是数据可用性是由该组成员行动的社会组织所决定的。因此，这里的问题是由计算任务的结构所引发的认知过程的限制（如记忆的局限）与工作的社会组织（认知劳动的分布）之间的适应。 341

在 LOP34－36 记录员和绘图员调整了劳动的分工。在 LOP34 他们共同计算模块和，记录员在 LOP35 和 LOP36 回忆起了模块和。

**LOP34** ([(**C**＋**D**)＋**V**]＋**RB**)

绘图员：好，他正在干什么？（走向舵位）现在在哪个方位、8，85.85，085，08#4 加上 14098.((**C**＋**D**)＋**V**)

记录员：#085 是 084 加 14，那是{**84＋14＝**}

绘图员：好。

记录员:98。
绘图员:98 和 26。
记录员:98{**+26=**}124。([(**C**+**D**)+**V**]+**RB**)
绘图员:#124
记录员:#124 北岛塔。
绘图员:好。

**LOP35**

记录员:{96+212=} 哈姆灯光处是 308。
([(**C**+**D**)+**V**]+**RB**)
(记录员错误地回想起真实航向,应该是 98,不是 96。)
绘图员:好。

**LOP36**

记录员:{**98+357**}。
绘图员:接近倒数了。
记录员:{**-360=**}。
绘图员:360 是 #095。
记录员:啊,#095。([(**C**+**D**)+**V**]+**RB**)

在驶向码头的一路上他们都保持着这个必要的工作模式。在 LOP38 完成了最后的模式。在这个模式里,绘图员独自计算出模块和,在舵位得到 C 和 D,并从长时记忆中回想起 V。同时,记录员记下了相对方位。绘图员随后将第一个相对方位加入模块和,通常此时记录员正在记录最后一个相对方位。绘图员将模块和告知记录员,之后记录员在其他每一个相对方位上加入模块和。除了这 38 条方位线之外,唯一重要的事情就是舰船真实航向的语言标签的出现。在 LOP42,18:45 时,他们称它为"总数(total)"。一旦他们为它命名,他们就可以彼此更容易地使用它。模块和的"公布"对最后的解决方案是必不可少的,因为它代表了绘图员所做的计算部分与记录员所做的计算部分之间的桥梁。

342

## 讨 论

看上去,有四项原则控制了导航团队对计算空间和社会结构的勘察。它们是:(1)操作的优势首先在于工作记忆的内容,这导致了由数据可用性

模式产生的计算次序；(2)规范的计算结构的使用；(3)允许发现模块化计算的优势；(4)社会对计算结构的适应。适应过程的每个区域都受到其中一个原则的支配。事实上，除了模块化的优势，它们都在某种程度上存在于适应历史的四个区域中。

**记忆局限和数据可用性**

在最开始，计算结构似乎是完全受到人类的认知系统的局限（特别是记忆的局限）与环境中数据可用性(Newell and Simon，1972；Arderson，1983)两者之间的交互作用而驱动的。记忆的局限使得在命令中加入修正参数变得有利，从而使命令行之有效。数据的可用性取决于社会交互行为的模式。当绘图员在 LOP16 时假定了计算中的不同关系时，他的行为才被凸显出来；而直到 LOP32 才描述了记录员的做法，并可能延续到任务的最后。

在 LOP16，引入计算器产生了一个新的社会安排（当绘图员告诉记录员按哪些键时，记录员照做了）。这赋予绘图员一个计算任务的新关系，从而依次导致了标准化的计算结构。绘图员所记住的内容在与记录员相互合作时付诸了行动。当记录员接收绘图员的指示从而键入数值时，绘图员成为任务的中介。绘图员改变了记录员与任务的关系，这样在为记录员带来方便的同时也使计算更为有效。 343

**标准化的计算次序，C+D=M，M+V=T，T+RB=TB**

毫无疑问，从 LOP16 开始，绘图员的计算就符合不同的标准化结构。对此只有一个例外(LOP19)，在该情况下 RB 的数值特别容易被得到(007)。即使它违背了数据可用性的模式，如在 LOP18b 时，绘图员也维持着这种结构。

当与绘图员合作时，记录员看上去能够处理标准化的次序(LOP24b 和 LOP27)，但当他独自一人时却似乎受到数据可用性的驱动。因此，计算真实方位时的做法与他记录相对方位一样，总是将 RB 作为第一个参数。在发现罗盘偏移这个参数之前，他的计算次序是(RB+C+V)，当包含了罗盘偏移之后则为(RB+C+D+V)。然而，在一种情况下，绘图员离开他的工作台去做其他的任务，而记录员独自来计算真实方位。在记录了相对方位以及从舵手那里获得舰船的磁航向之后(C 参数在工作记忆中)，记录员便由 C 参数开始。

标准化次序对于计算的重要性在于它使模块化成为可能。既然加法是一种可交换的运算，那么以任何 24 种可能的顺序相加参数都能得到相同的求和。但是如果加法是利用舰船真实航向的模块优势的话，那么参数 C、D 和 V 在任何一个与相对方位相加之前就要加总。标准化结构提供了这样做的基本原理，也提供了对缺少这种非标准化加和如(RB+V)和(V+D)这类

中间媒介加和的有意义的文化解释(参见图8.1)。

### 模块化计算

344 计算的模块结构随着绘图员尝试应用标准化的形式而慢慢产生,但是它看上去并非绘图员出于标准化形式与计算模块化形式的联合而开始被采用。而更像是标准化形式通过提供中间媒介加和,有意义地解释了导航的世界,从而使绘图员对于所发生的事情有了更好的理解。对于一个有经验的导航员来说,方位不仅是一个数字,也是一种以身体为中心的对空间方向的感觉。在非标准化序列中应用参数而产生的中间媒介加和只是数字,在标准化序列中输入参数而生成的中间媒介加和则是导航员的世界中有意义的方向。在这种形式中,它们成为(或者不成为)有意义的方向,这给导航员另一个机会来检查错误或者感觉计算在未完成时是否运作正常。

在LOP18e和LOP18f出现了一个模块化的线索,绘图员计算了C+V然后询问RB的值。同样,在LOP21b他说"……它是235 (C+V)加上118 (RB)"。这里的每个例子都只包括一条LOP,因此不可能利用模块化的益处。关于模块计算的第一个明确的例子是在LOP25-27,这里引入了偏移参数。在非标准序列中执行的次序是([(V+D)+C]+RB)。可能重要的是,绘图员选择用纸笔而非计算器来执行这些操作。作为自然而然出现的副作用,纸笔计算产生了[(V+D)+C]之和的书面记录。在这个例子中,模块和的书面记录功能上类似于所标记的模块之和的口头"印刷",这些模块之和在随后的定位中被作为一个整体。

计算的模块化呼应了在第3章所描述的导航预行计算的过程。计算的模块化形式用临时的表征捕捉了短暂无变化的环境。

### 社会与计算结构的适应

计算的模块形式只有在新的劳动认知分工于LOP32和LOP33建立了之后才变得稳定。由劳动分工带来的数据可用性的模式在这个稳定的构造中与问题的计算结构相适应。绘图员从舵手那里获得C,从偏差表中查到
345 D,相加它们,然后再加上磁偏角(可轻易从记忆中得到)。同时,记录员记录了陆标的相对方位。绘图员告诉记录员模块和,记录员记录下来,并提供给绘图员第一个相对方位。绘图员将这个相对方位与所记住的模块和相加。由于绘图员绘制了第一条LOP,因此记录员随后将每个其他记录的相对方位与模块和相加。这样,小组形成了劳动认知分工,其中每个参与者的行为都在其他人的信息环境中正需要的时候提供了必要的元素。当每个人的表现都好像被世界的数据可用性驱动的时候,作为一个小组他们按次序进行加和并揭示了模块化的益处。

## 8.2 设计的适应

由于西尔特(Cyert)和马奇(March)(1963)的组织理论已经将惯例视为主要的基础障碍。因此，改变惯例的过程非常值得研究。上述讨论所描述的对任务组织的四个操作原则表明了有许多解决方案可以被探索出来，但它本身并没有回答更好的方案是如何成为系统的惯例操作这一问题的。

对组织变化的一个经典观点是分析家观察系统的行为，明确地表述它，并且设计一种更好的办法(例如，参见钱德勒(Chandler),1966)。更好的解决方案被表达为一个关于系统操作的清晰的描述，随后在真实的系统中得到了执行，即通过在一定程度上改变参与者的行为，使其与事先设计的方案保持一致。我们经常把系统的组织作为这类计划或设计的结果。我们想象一个"外部"的观察者观察系统性能，表述它，对表征进行操作来决定如何改变系统，这样从系统外部使用交流渠道来影响变化(如图 8.3 所示)。

作为能源政策分析家，菲得曼(Feldman,1989)通过在过程中增加一些复杂因素来使惯例成为任务表现中的稳定因素。她描述组织惯例为"基于相关角色和期望，在适当的位置通过普遍的赞同所采取的一系列复杂的联

346

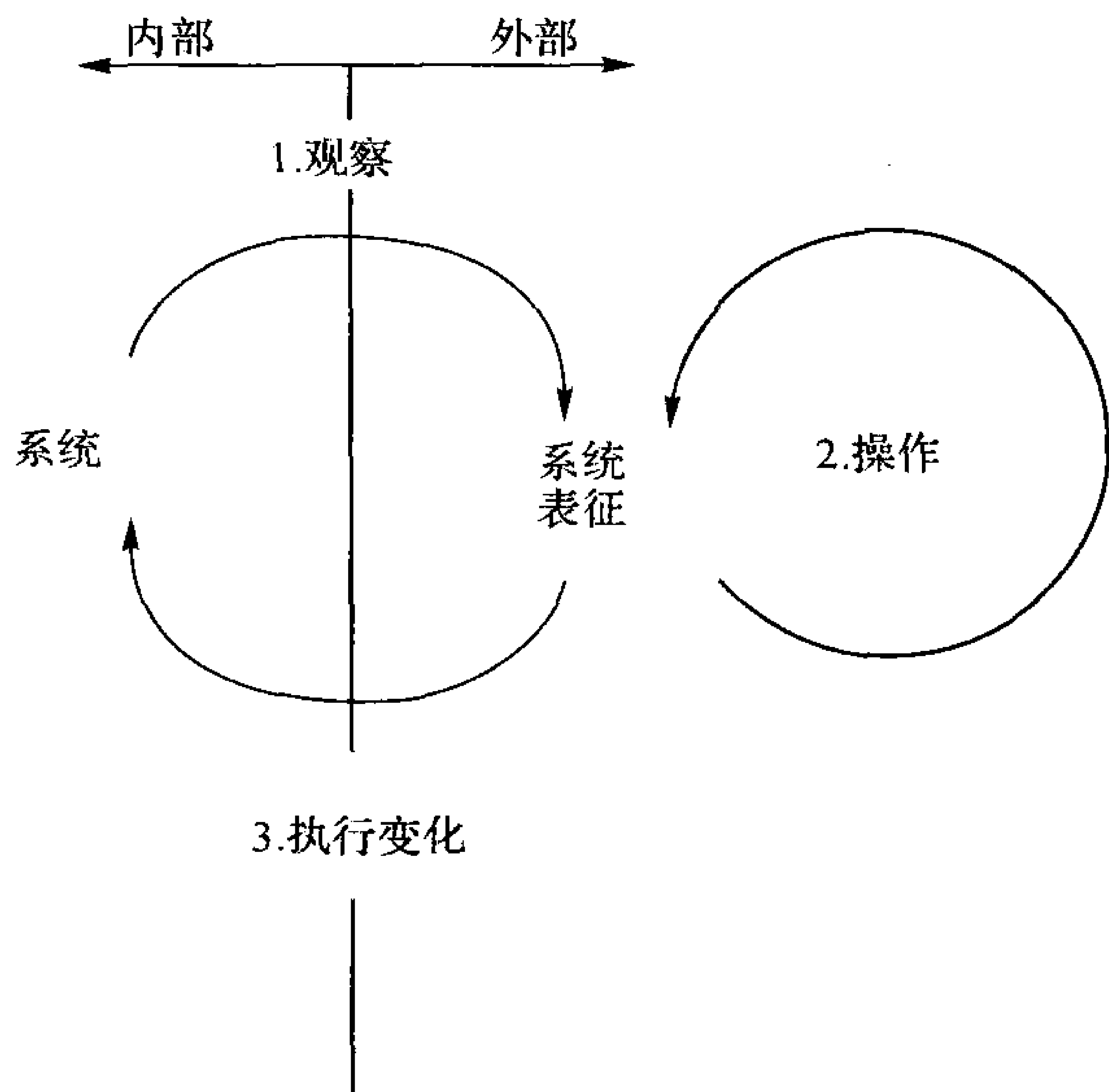



图 8.3 基本设计过程。"关于"整个系统的表征来自对系统的观察。这一表征可以操作，以便调节系统。

结行为”。她说“任何一系列关于规则和角色的特别的协议都是满足许多不同部分的要求的一种平衡”(p. 136)。纳尔逊(Nelson)和温特(Winter)(1982)也对惯例作为记忆、协定和目标提出了相似的看法。对于组织问题解决方案的性质而言,这是一种更为微妙和交互式的判断。组织有许多部分,对整体的操作涌现于与这些部分的交互行为中。每个部分可能同时都对其他部分的行为提出限制,并被其他部分的行为所限制。在第2章,我提到了这种类型的系统的相互适应的计算部分为“认知生态关系”。这描述了Palau号的导航团队所揭示的那种解决办法。计算的当事人是绘图员和方位记录员,他们被要求在认知处理能力的交互行为中构建计算的结构、数据的可用性以及计算与社会结构之间的适应。他们提出了同时满足所有这些限制的解答。同样巧合的是,菲得曼写道:“许多组织或组织的部分必须以347 这样的方式协调他们的行为,即每个人都可以充分地应付他必须满足的压力和限制。当这种问题有许多可能的解决方案时,它们并不一定容易被发现。”(同上)

假设组织是由联结、互动并且彼此依赖的许多部分组成的各类系统,那么,对组织问题的解决方案是如何被发现的?菲得曼提供了一个解答:“即使其中一个参与者发现了一个可以满足对所有部分的限制的一种新方案,让其他人相信这是一个有利的变动的说服工作本身可能仍然是需要考虑的。”(同上)显然,本章所描述的过程必将频频出现。导航团队的部分行为恰好符合这个描述。绘图员对标准技术方案的使用以及他将该方案清楚地告知记录员的尝试就是例证。但这个答案从传统的角度来看是一种退却的做法。它假定已有的设计,尽管只是“发现好办法”的“参与者之一”,然后必须“劝说其他所有人”这是一个很好的解决办法。这里仍保留着导航团队成员的适应性反应,特别是那些涉及不断变化的劳动分工,并没有被任何依赖于对解决方案的清晰刻画和表征的描述所说服。

## 适应和地方性设计

在上述分析中,没有案例表明人们对整个过程的反映。绘图员似乎偶尔描述过整个计算,但并没有证据显示他曾经想象过劳动分工的结构。适应过程看上去要通过地方性的交互行为的方式来发生,主要有以下两种类型。

第一种,小组成员通过介绍彼此计算部分的结果来向对方提出限制。在以前没有设计出劳动分工和计算的各部分的职责分派时,团队成员通过协商来确定劳动分工,做有能力去完成的、方便的工作,以及希望其他人去

从事所需要的任何工作。这些变化源于系统各部分在适应信息环境和其他部分的行为时所采取的交互行为。没有必要援引对系统任何一个部分的行为的表征来解释这种适应。计算方式由数据可用性驱动就是这种不加思考的适应过程的一个例子。即使他们没有计划,这些变化也不必然是混乱的。如果系统的一部分以系统化的方式运转,另一部分可能也会以一种适应先前行为的系统化方式运转。在绘图员与记录员之间的互动中,我们看到一个子系统的行为可以导致另一个子系统的行为。 348

第二种适应过程包括地方性设计。当含蓄的分工协商失败后,一个行动者可能会注意到他无法跟得上计算并试图找他人接管。因此,绘图员在寻找新构造的过程中所说的最惊人的话是在记录员没有用小型计算器计算方位修正的时候说的。他将计算器推到记录员那里,并且说"这儿,加上它们"。没有必要把一个普遍的认识过程归因于绘图员对此的解释。他没有足够的时间做自己的工作,更不用说对整体分工的反思。他只是敏锐地意识到记录员落后了,而且需要帮助才能赶得上。这是一个地方性设计的案例。如图 8.4 所示,设计过程可能是地方性的子系统。该图描绘了一个全面的系统,并可以变化出三种模式:

> 模式 1:子系统间适应性的交互行为完全没有任何设计活动。
>
> 模式 2:通过地方性子系统的表征执行的地方性设计活动揭示了子系统环境中更多的适应性关系(无论是否通过设计,这些变化可能会依次导致其他子系统的适应性变化)。
>
> 模式 3:通过经典的综合设计活动,表征的是整个系统的利益(interest)。

模式 1 和模式 2 的作用可能会导致系统的地方性最小化——一种非最优的解决方案,它不可能达成最优解。模式 3 是为了防范这种可能性。系统对环境变化的反应最终是成功的;但是,这是大量地方性交互行为和调整的结果,其中的一些导致系统偏离了最终的解决方案。许多这种调整看来是参与者地方性设计的决策。

然而,在最终的结构被系统作为一个整体发现之前,它不为任何参与者描述或了解。在某种程度上,对变化的环境产生有效的适应就是一种学习,我们可以说这就是组织学习的一个例子。

## 演化和设计

在我看来,由对管理的反思和经典视角想象的干预所造成的变化过程,

349

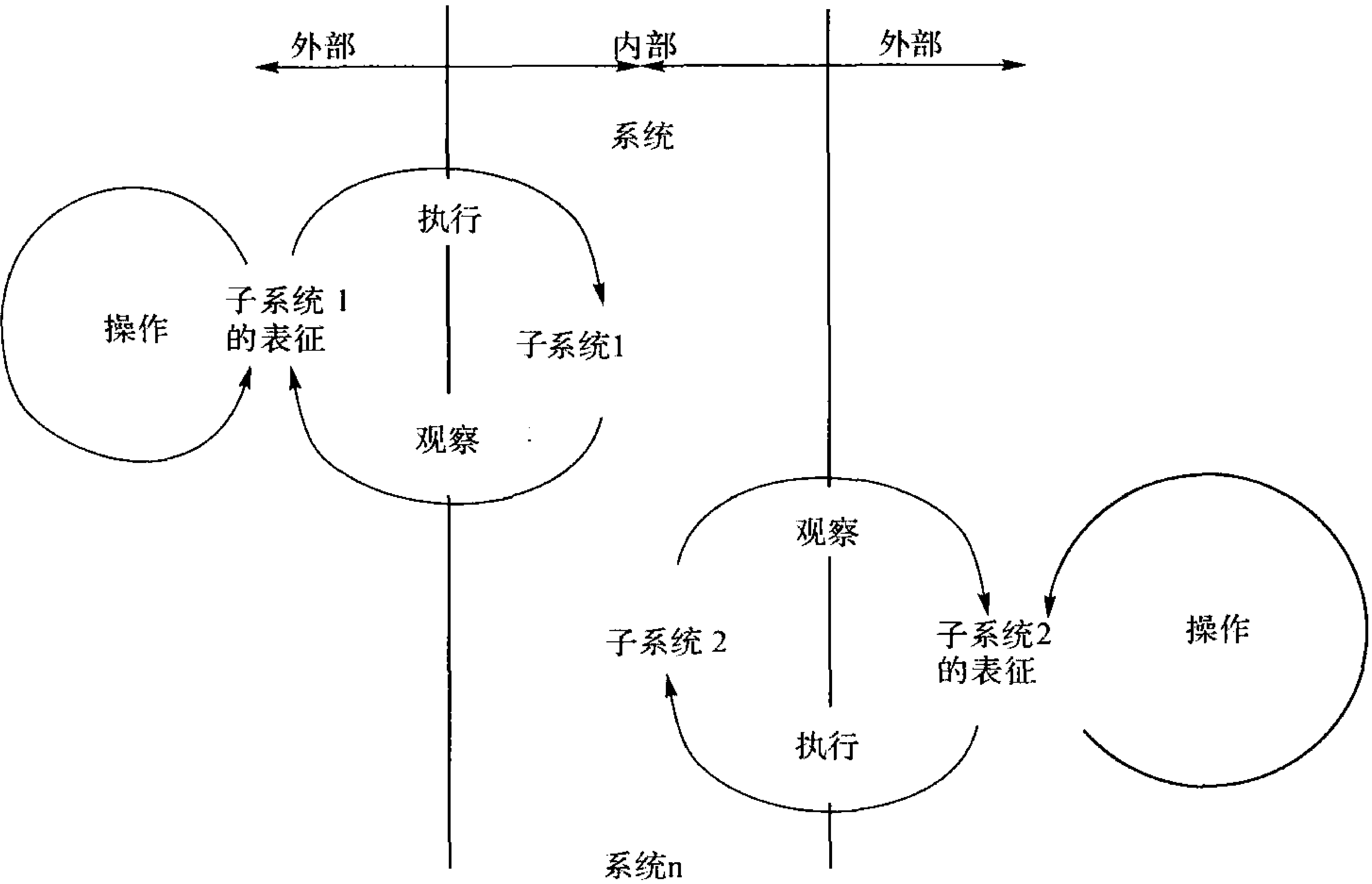



图 8.4 地方性设计活动。子系统与其他部分及其行为的适应。地方性子系统行为的表征被创造和操作以便计划改变对子系统的操作。这些变化可能引发其他子系统的适应性反应。

与上述地方性调整带来的变化过程有着重要的差异。这也与设计和演化的不同非常类似(亚历山大(Alexander),1964)。

演化和设计都可以被描绘为研究。演化的研究由系统本身开始;设计的研究由一个"局外人"对系统的表征开始。演化的研究是适应的过程(参见维克(Weick)(1979)关于制定的观点);而设计研究在先并引导变化的执行,这一变化意指适应。事实上,纯粹的演化是没有设计的(参见道金斯(Dawkins),1986)。我们看到导航团队适应的案例是一种组织的变化,这部分地由演化过程产生(没有对研究空间表征的适应性研究),也部分地由位于演化和经典的全球化视角设计之间的过程产生。

350

从这个视角来看,人类系统相当复杂,因为他们由子系统(人)组成,"觉知"到了对自己的表征以及与环境的关系。无论我们是否认为上层系统的变化是演化还是设计的结果,它都取决于我们所认为的子系统的觉知范围。如果我们认为某些子系统有普遍的觉知,它们可以表述和期待可能的变化结果,那么我们就应该把组织的变化视为设计的结果。如果我们认为子系统并没有形成和操作系统运转的表征,那么我们必须把组织变化看作是演化的。当个人子系统仅仅忙于地方性设计活动时,我们该说什么呢——说

在工作过量时呼叫帮助吗？在那个例子中显然包括了设计，个人地方性环境的变化的适应方式就是设计的变化。现在，地方性有计划的变化可能对系统的其他部分造成偶然或意料之外的结果。这样它就会引发系统其他部分的地方性适应，所有部分都在寻求（通过设计或者非设计）满足由其他部分的行为造成的新环境限制的方法。最终，这个过程可能产生作为一个整体的系统行为的变化。即使涉及许多地方性设计的决策，系统层面的适应也在某种意义上是一种演化，这种系统层面所产生的适应也从未被表征过。我认为大部分标记为社会的或组织的“演化”是这种变化的例子。

导航任务主要提出的是演化还是设计的结果？在某种意义上每个参与者同时位于内部与外部。导航团队的组织变化是由参与者对系统的思考的变化带来的，即通过制度和角色的改变的认可形成了组织惯例。在这个程度上，设置的结构就是设计的产物。但是既然所观察到的重组从来没有被 351 系统中任何一个参与者完整地表述出来，那么行动者单独的设计就不能解释所形成的解决办法。这样，导航任务的组织也是演化的产物。尽管参与者可能已经在方案实施之后进行了表述并因此从中学习，然而方案显然是在被任何一个参与者发现之前由组织揭示出来的。

导航团队发现的组织工作问题的解决方案并没有在这个系统中留存下来。重新生产这项知识的条件非常少见。直接参与这个事件的参与者在最终退役之前都没有再遇到这种情况。他们中的一个人继续在一艘民间的油轮上任职，因此在这个事件中建构的知识可能某一天会在一个不同的组织设置中再生产出来。

解决方案最终没有被留存的事实并不会削弱这个事件作为文化创新过程的地位。工作得以成功完成，人们从新手变成了专家，以及所涉及的工作实践，这三者都是相同的过程。

# 9 文化认知

## 9.1 不把认知视为文化过程的代价

353　在本书中，我已试着将认知和文化作为更大系统的组成部分，为此提供连贯一致的解释。该观点在认知科学中并不普遍。但是，不把认知视为文化过程的组成部分，将引起一些被忽视的代价。

### 文化的边缘化

早在认知科学发展中，文化只具有外部作用。正如加德纳（Gardner，1985）所指出的，在很好地理解个体认知之前，文化、历史、情境和情感都被放在一边来处理。不幸的是，许多人类学家通过将文化视为事物的某种集合支持了这个观点。泰勒（Tylor）（1871）把文化定义为"复杂的总体，包括人作为社会成员习得的知识、信念、艺术、道德、法律、习俗，以及其他能力和习惯"。古迪纳夫（Goodenough，1957）给出了认知人类学对文化的基本概念定义为："为使每个社会成员在所设想的任何社会角色中行为适当，所必需的知道的知识。"这一观点已在认知人类学中发展了好几年。迪·安德雷德（1981）为了试图定义人类学在认知科学中的作用，提出了劳动的智力性分布，在这种分布中，心理学家负责认知过程而人类学家负责认知内容。从这个观点来看，文化简单地变成了被认知过程所应用的理念之池（a pool of ideas）。泰勒的定义强调了文化实体的获得并试图给出形成文化的能力和人工物类别。古迪纳夫的定义对认知人类学的产生至关紧要，但是它与迪·

安德雷德的表述都完全忽略了文化的物质方面。我排除了这两个定义。

文化不是事物的任何集合，无论该集合是切实的或是抽象的。然而，文化是一个过程。文化是发生在人们的心智内及心智外的人类认知过程。这是我们每天的文化实践所表现的过程。我正试图提出人类认知的整体观点，在人类认知中，文化的主要组成部分是一个认知过程（它也是能力过程，但我没有在此论述该问题），并且认知是一个文化过程。 354

人类学家给予心智的能力和界限划定了一个特别的位置，但他们应该对这种接受文化的边缘化甚至强化这一观点而感到愧疚，就好像心智能力和界限能够不涉及文化而被建立似的。人类学结构主义试图从公共表征的结构中读出心智的性质。萨林斯（Sahlins，1976）对其作了如下批判："看起来……'还原主义'的主要问题困扰现代结构主义已经包含在这样一种论述模式之中，即通过给予心智所有的'法则'和'限制'能力，已经更恰当地把文化置于服从和依靠的位置。心智'潜在'规则的整体词汇对心智方面进行了限制，而文化只能回应之，就好像前者是主动因素而后者是被动因素。"

通过将文化降减为概念内容的某些集合，边缘化文化隐藏了认知作为文化过程组成部分的许多方式。文化是一个过程，并且出现在文化列表式定义中的"事物"是该过程的残留。文化是自适应的过程，积累了对频繁遭遇到的问题的部分解决方法。很不幸的是，认知科学在个人认知理解成熟后才论述文化、情境和历史。没有考虑文化过程而发展起来的个体认知理解在根本上是有缺陷的。认知科学的早期研究者打赌认为人类认知的模块化会是文化、情境以及历史，而这些方面起初就被忽略了，随后再被结合到认知中。这赌注还没有还清。这些是人类认知的基本方面，并且不能被合理地结合到给予了孤立的个体心智抽象性质以特权的视角之中。认知科学的某些已完成的部分现在必须重新来过，以使这些事物能够被带入认知图景之中。

## 误解那些个体认知系统的性质

没有看到认知文化性质的另一代价是，这导致我们花了太多精力去研究内在/外在边界，或去设想首要的边界超越了认知系统的其他分界。 355

### 原始思维的建构

清楚地划出内在/外在边界的一个显著的副作用是，它加强了这样一个观点，即处于原始文化中的个人拥有原始心智。对内在/外在边界的牢固刻画制造了一种印象，个体心智单独运行，并支持我们将复杂社会文化系统的性质误认为是个体心智的性质。若有人相信技术是认知能力的结果，而且

若有人进一步相信寻找认知能力来源的唯一地方是个体的内在心智，那么在技术层面上观察到的“技术性高级”与“技术性原始”文化之间的不同将必然被看作是高级心智和原始心智的证据。而视心理能力的不同为技术层面的不同似乎是必然的。我试图在第 2 章至第 6 章中表明将身体之外的认知分析单元的界限移除，揭示了认知成果的其他来源。这些其他来源并不神秘，它们仅仅来自于不完全内在于个体的可解释效应。

### 过度归因

忽略认知的文化属性还有另一个代价——可能是认知科学本身中最有意思和最难以到达的领域。当人们接受所有的智能都在内外边界之内这一观念的时候，人们将被迫把能产生可观察行为的所有事物填满心智内部。认知科学的很多问题是归因问题。我们希望对认知过程的性质作出这样的断言，即一般而言，我们是无法直接观察的。所以相反，我们基于间接证据作出推论，并且将智力系统归纳为一组结构和一组过程，即已产生观察证据的结构和过程。这是一个值得尊敬的研究策略，并且在原则上我不能拒绝 356 它。然而，不承认认知过程的文化性质将导致对产生智力证据的系统的边界的错误辨识。如果我们不能适当地为系统划界，则可能把恰当的属性归于错误的系统，或(更糟糕)发明了错误的属性并将其归于错误的系统。在该归因中，有一种超出需要而向心智内注入更多因素的趋势。

## 9.2 认知科学如何将符号置于头脑中

如果在认知科学中，认知的主要概念存在着根本的不足，那么这是如何发生的呢？

有时很难说事情很简单。我们必须说出的词汇是简单的，但有时得花费很多时间去建构概念框架，使这些简单的词汇有正确的意义。我想写的句子有许多可能的读法。在前一章，我试图建构某些概念背景以使我现在能说一些简单的事物。然而，仍存在一个障碍。我在此所作的某些论述背离了认知科学的主流。并且关于该领域的某些未经检验的假设使我的语词难以驾驭。我想说的话无法在那个框架之中简单地言说。

为建构一个新框架，我将不得不解构旧的框架。在下文中我将给出认知科学的简明“官方”历史。这是一个当前主流范式支持者所看到的历史。我将从社会文化视角重读认知科学的历史。为了这样做，我将区分当代认

知科学的许多问题,并且试图在其历史中赋予一些熟悉的事件以新的意义。

## 认知科学的"官方"历史

我通过引用赫尔伯特·西蒙和克雷格·卡普兰(Craig Kaplan,1989)的话开始论述认知科学的"官方"历史:"计算机在人类想象中产生。"

认知科学所基于的理念在我们的文化中根深蒂固,以至于我们几乎不能看到事物的其他可能。这种表征主义的源头至少要回溯到笛卡儿(Descartes)。

德赖弗斯(Dreyfus,1992)将过去十分流行的人工智能(Good Old Fashioned Artificial Intelligence,GOFAI)的历史总结如下: 357

> GOFAI 建立于笛卡儿式理念的基础之上,即所有的理解存在于形成并使用合适的符号表征。对于笛卡儿来说,这些表征是建立在原始理念或者原始因素之外的复杂描述。康德(Kant)增加了重要的观点即全部概念是联系这些因素的规则,而弗雷格(Frege)表明规则能被形式化,这样它们可以无需直觉或解释即被操纵。

想象在心智内部的实体被模拟成在外在于心智实体的一类特殊类型:符号表征。

符号逻辑在认知科学历史中有其特殊地位。该观点即认为计算机在某种方式上就像人们回到了逻辑和数学的形式化。在认知科学早期,信息理论、神经科学、心理学以及计算科学的发展有增效的相互关系。在信息理论中,二进式数位(二进制)的概念作为基本单位符合麦卡洛克(McCulloch)和皮茨(Pitts)关于神经能被描述为输入/输出设备的推断。因此,大脑可视为是一台数字机器(这被证明是错误的,但在当时该观点还没有妨碍到发展协同作用)。这两个观点都非常符合图灵的研究工作,表明可明确描述的函数能够通过一种被称为通用计算机的机器而计算得出,并证实了以二进制编码运行的虚拟图灵机就是通用计算机的一个范例。

认知的符号处理模型还有一些其他的论述,如:"通用计算机能被编程用来计算任何的形式给定函数。行为中的这种极端可塑性是为何计算机从开始就已被视为能够展示智能的人工物的理由之一。"(派赖士(Pylyshyn),1989:54)这是认知科学历史的关键部分。在谈到人类认知架构时,纽厄尔等人(1989:103)论述:"架构的中心功能是支持系统的普遍计算能力。"通过选择能够完成任何给定计算的一种形式主义,早期理论家们确实抛下了一

个获取人类认知的宽广之网，无论其可能被证明是什么样子。看起来该观
358 点唯一可见的挑战是阐述人类的认知可能并非是由形式给定的。存在着各种各样能够普遍计算的系统。纽厄尔和其同事以及在经典阵营中的大多数其他人都把所谓的"物理符号系统"作为人类认知的主要架构。"物理符号系统是通用计算机的一个例子。因此符号系统的假设暗示了智能将被通用计算所意识到。"（纽厄尔和西蒙，1990）。纽厄尔和西蒙（同上）以如下方式定义物理符号系统：

> 物理符号系统包括了一系列称为符号的实体。符号是可以作为另一类实体组成部分出现的物理形式，被称为表达式（或符号结构）。因此一个符号结构由许多以某种物理方式相关联的（例如一个标记接着另一个标记）符号实例（或标记）所组成。在任一时刻中，系统包含这些符号结构的集合。除了这些结构，符号还包含运用表达式产生其他表达式的过程的集合：创造，修正，再生以及毁灭的过程。物理符号系统是一个通过时间产生符号结构的进化集合的机器。该系统存在于对象世界中比这些符号仅仅表达自身要宽广得多。

根据派赖士（1989），关于机制的观点潜在于认知经典概念下，是"仅仅关注抽象地限制运行，如储存、重新检索以及改变符号编码的标记"。

西蒙和卡普兰（1989）引用了逻辑理论家纽厄尔和西蒙（1956）的思想作为抽象智能的例子，并在其设计中注意到了心理学研究的作用：

> 最早的人工智能程序（例如，逻辑理论家（纽厄尔和西蒙，1956））也许最好被视为是抽象智能的模型；虽然如此，但是他们的设计是通过关于记忆和问题解决的心理学研究而获得的——例如，在名单处理程序语言中的联合结构的使用，以及接下来用于推论的对方法一结果分析的频繁使用。

通过在电脑程序方面人类信息一处理心理学知识增长的具体化，早期
359 研究者能够表达他们关于将认知作为工作模型的理论，即在许多情况下，这些模型有能力真实地重新产生人类主体行为的很多重要方面。

人工智能（AI）和信息一处理心理学因而彼此有了协同关系。信息一处理心理学通过心智的计算隐喻将人类作为信息处理机来研究，而人工智能研究机器智能过程的执行。据称建立在人类意向中的机器操作被认为能使

自然的人类智能清楚明显地显示出来。既然智能抽象系统的性质不依赖于其运行的机器执行的细节，智能一般(除特定的人类智能之外)能通过该技术进行研究。人们希望的是这些传统能继续彼此相互协同。这一观点最乐观的视角是，在认知科学中，人工智能和信息一处理心理学是科学进步的根本动力。

## 认知科学的代替性历史

让我们再多一点地回溯并检验计算机的历史。数字计算机是能支持形式系统机械化版本的物理设备。而且这一能力使其成为智能的潜在模型。理解计算机要求理解形式系统。我们知道形式系统可回溯至人类物种几千年的历史。我不知道形式系统的形式方面从何时开始被人所理解。因此我猜想直到 20 世纪初数学和逻辑的革命性工作出现，才有了对形式系统的形式方面的真正理解，该革命性工作对于认知科学的基础很重要。形式系统本身的出现时间比我们对其的清晰理解要早得多。第一个算法系统至少有 3000 多年，因此可将其视为人类经验中形式系统的最小年龄。形式系统的理念即存在某些现象世界，而且存在将这些现象编码成符号的某些方式。符号仅仅被与其相关的形式所操控。当符号被操控时，我们并不解释符号的意义。符号的操控导致了一些其他的符号表达式。最后，我们可能将新创造的符号串作为关于现象世界的意义来解释。 360

能够找到符号用以保存这种关系的句法操作集合以使我们能重新解释对于世界的符号表达式极为重要。正如派赖士(1989)所论述:“可能有人追问如何使符号表达与规则可以保持它们的语义解释，并保持表达语义的连贯。这是形式逻辑的重要发现之一，即以表达式序列总与证据相符的方式，可以指定影响符号表达式的规则。”如果我们建立了正确的形式系统，我们现在就可以描述，在真实世界中，不可能或实际上不可能直接观察到的事件的状态。这种事件状态可能是发生在未来的某些事，不能被直接观察到，但可被预测。我认为对形式系统的掌握是现代文明的关键。这是一个非常非常强有力的观点。

我在本书中所呈现的舰船导航系统基于对数字的形式操控以及对绘制在海图上的符号和线段的形式操作。这是一个以多种方式利用形式操作的强有力观点的系统。但不是所有的表征都被加工用以产生军需官的头脑内部系统的计算性质。许多这样的计算性质处于文化建构的物质环境之中，军需官们彼此共享并且产生这些计算性质。

现在，这就是我认为所发生的，我们发现可建立能操作符号的机器。计

算机只不过是自动的符号操作者。通过符号操作,人们不能只做我们认为是智能的事情,像解决逻辑证明或玩国际象棋。我们知道这样一个事实,通过某种特定类型的符号操作,计算出任意可被明晰表述的函数是可能的。所以,原则上,计算机可以是智能系统。查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)所设想的,用以解决人类编译程序中的数学和导航图的不可靠问题的机械计算机,在他的支持者看来已经取代了大脑:"奇异的大脑纤维和脑浆被黄铜和铁所代替;[巴贝奇]已经教会转动装置(Wheelwork)去思考。"(巴克斯顿(H. W. Buxton),在斯维德(Swade),1993 中被引用)当然,一个世纪之后,它将会成为创造"电子脑"的电子管。

361 但是在这个策略中丢失了某些东西。认知科学的起源神话将阿兰·图灵开创性的洞见置于其自身行为的观察之中。丹尼特(Dennett,1991)描述了图灵的发现情境:

> 他正自我有意识地及内省地思考他作为一个数学家,是如何着手解决数学问题或执行计算的,并且他走出重要的一步,试图将他的心理行为序列分解为它们的初始组成部分。"我在做什么,"他必定已经问自己,"我什么时候执行计算? 那么,首先我问自己采用什么规则,然后我应用该规则,然后写下结果,然后查看该结果,然后问我自己接下来做什么,然后……"

最初,模型认知系统是人们用他或她的手与眼来实际操作符号。数学家或逻辑学家用眼睛和手与物质世界交互作用。人与符号的交互作用能够做一些计算。这是符号的手工操作的例子。

请注意,当符号在人类环境中,并且人类正在操作符号时,组成人类与符号交互作用的人类认知性质与符号的性质并不一样。人类与符号交互作用的性质产生某种计算。但是这不意味着计算发生在个人的头脑中。

约翰·塞尔(John Searle)的"中文屋"思想实验为这个影响提供了一个很好的例子。想象哲学家塞尔坐在屋子里。中国人走近这个房间并且通过门上的细缝将一张中文字符串塞进去。塞尔将另外的一张中文字符串塞回去,这些字符串在中国人看来是对其问题的清晰回答。现在,塞尔不理解中文,他不知道任何中文字符的意义。对他而言,所写的中文字符是一串精致复杂的、胡乱的字迹。然而,他在房间里有很多分类的中文字符,并且拥有一本规则说明书,上面写着如果他得到某类字符序列,那么他应该创造出另一类特定的字符序列并且通过门缝将其塞回去。

塞尔试图把他的思想实验作为一个论证，论证句法对于产生语义而言不够充分。根据塞尔的论述，该房间看似像是理解了中文一样在运转，然而 362 他以及房间里的任何东西都不能说是理解了中文。有许多对塞尔的主张进行支持和反驳的论证，而我不打算在此回顾这些论证。相反，我想以完全不同的方式解释中文屋：中文屋是一个社会文化认知系统。中文屋真正向我们清楚地表明了房间里的人的认知性质不同于作为整体的房间的认知性质。房间中存在有着一大筐中文字符的塞尔以及一本规则说明书。他与字符及规则说明书结合在一起并交互作用，才看似能说中文。但是塞尔自身不能说一个中文词。

那么，让我们看清楚社会文化系统的认知性质与正在操作系统组分的个人认知性质之间的区别。

图灵的伟大发现的核心是，数学家具身化的行为以及数学家活动的世界能以使数学家取消掉的方式而被理念化和抽象化。所留下的是符号串规则应用的本质。对于生产计算的目的而言，数学家与数学家的物质世界之间实际交互行为的方式只不过是执行的细节。派赖士(1989)声称，当图灵正在发展机械的"有效程序"的概念时，他同时也正在看"在解决数学问题以及简化其基本要素过程的过程中，数学家做了什么"。在此，问题的关键在于基本要素由什么构成。对图灵而言，基本要素显然涉及符号操作形式，但它们明显未涉及数学家为了完成操作所使用的心理过程。抽象符号操作的要素准确地说并非人所做的。图灵所模拟的是社会文化系统的计算性质。

当符号操作是自动时，认知过程和操作符号的个人行为都不能被模拟。符号自身丧失物质形态并被置于机器内，或者以允许直接产生内在表征的形式来供给。这一点的重要之处在于当数学家与物理符号象征的世界的交 363 互作用被消除时，数学家将面临所有的问题。如果这些事情并不重要，那将是个好消息，因为它们对模型而言总是麻烦事。规则说明书(或数学家抄写的规则记号)被抽象规则所代替，而且也在计算机内部。与物质世界交互作用的数学家没有被系统所模拟也没有被一些其他事物所代替。人完全在执行自动符号操作的系统中消失了。所模拟的是被符号操作所完成的抽象计算。

如果目标是扩展人类计算得以完成的界限，那么一切都没有问题。但是所涉及的过程模型并不必然需要人们来完成任务。这些程序产生的不是人的性质而是社会文化系统的性质。这是一个非凡的成就。但是认知科学的文化已经忘记过去的这些方面，其创造神话不包括这类分析。物理一符号一系统结构不是个体认知的模型。而是去除了人类行动者的社会文化系

统的操作模型。

在没有注意到物理一符号一系统假设的中心隐喻获取的是社会文化系统的性质而非个体心智的性质时，人工智能和信息一处理心理学提出对被模拟的人类进行一些根本的概念手术。大脑被移除并被计算机所代替。手术是成功的。然而，这产生了明显但无意识的副作用：当大脑被计算机所代替时，手、眼、耳朵、鼻子、嘴和情绪都被抛弃了。

计算机不是在个人意象中产生的。而是在抽象符号的形式操作的意象中产生的。而且认知科学过去的30年可以被视为试图在计算机的意象中再造出人类。

物理一符号一系统假设的语言获取了许多发生在像舰船导航领域的内容，这并非偶然。物理一符号一系统假设是基于这种类型的系统的运行。相反，没有关于将方位记录书作为记忆讨论，或把用铅笔在海图上所画线段的消除看作是遗忘的隐喻性事物。有时，我的同事问我是否对隐喻性地将发生在人们头脑中的语言扩展到外部世界有把握。我的回应是"这根本不是隐喻性地扩展"。计算机在社会文化系统的意象中产生，而人类是通过计算机意象被再造，所以心理事件所使用的语言即以这些社会文化系统为开始时曾使用的语言，而不是从心理事件的基本领域到文化行为的目标领域的隐喻性扩展的情况。相反，思想语言的最初来源领域是高度精确详述的和文化规定的人类活动的世界：那就是形式符号系统。

364

首先，联系个体与世界的设备的消失未被注意。这可能因为关于这种技术能做什么的许多有理由的振奋。然而，留给个人的是内部和外部的界限。而且该界限不同于中文屋的界限。那个界限被认为是个人的界限——皮肤或头脑。事实上，它是形式系统的界限。内部和外部的界限变成了抽象符号以及被符号所描述的现象世界的界限。中文屋的墙被误认为是人的皮肤，而且房间的墙围着符号，所以符号被认为在头脑的内部。

形式系统和皮肤的界限之间的分离表现在认知科学的语言中。"符号系统是内在环境，使其与外在世界隔离，内部的信息处理由机体所维持得以进行"(纽厄尔等，1989：107[我强调])。或者说：

> 行为*，对于许多认知理论来说是典型的，关注于中心体系结构。感知和运动行为被认为发生在额外的"离开舞台"(重点之外)的处理系统中。输入在工作(记忆)之后出现，因此作为在不可预测的环境事件与认知系统之间的缓冲器而起作用。(同上：117)

纽厄尔等人“离开舞台”的隐喻表达了认知系统甚至分离于组织的感官以及动力经验的情况。事实上，许多认知科学家把词汇“认知”视为“感觉”或“动力神经”的反义词。这里有一个这样使用该词的典型例子：“这对于主要的认知的任务来说特别真实，其中感知和动力操作在整个过程中仅仅起着一点作用。”在该语言的使用中，清楚地表达了对人类认知系统的模块性的强主张。它在认知和经验世界之间产生了巨大的分离。但是感知和动力神经区别与独立于所谓的认知过程并非经验的事实：它仅仅是一个假设，使认知建构外于机械的正式符号处理系统成为必要。物理一符号一系统假设的支持者们指向各种感官以及动力操作的存在，它们可被视为认知和经验世界的缓冲器，来作为模块性的证据。事实上，这种缓冲器可能还有其他许多用途。然而，只要我们将认知分离于世界，我们就不可能发现这些其他用途。例如，当学习发生时，缓冲器可能在刺激消失后对保持训练信号仍然至关重要。 365

人类智能模型作为抽象符号操作实践以及替代大脑的机械的正式符号一操作系统，导致了当代认知科学广为传播的符号内在于头脑之中的观念。我所支持的选择性历史并非真的解释符号如何进入大脑，而是对认知科学如何将符号内置于大脑中作出历史性解释。当我相信人们在处理符号过程时(即使个体也有内在表征)，我也相信以这种特别的方式内置符号是一个错误。该错误就是让虚拟计算机在真实个人和物质世界的交互行为中扮演了角色并产生了认知的构造。

这一错误会产生一些后果。为什么当计算机代替大脑时，个人所有的感觉运动器官就会衰退？衰退是由于计算机永远都不是以人类模型作为开端的。要记住符号是外在的，而衰退的感官恰恰就是支持那些符号的交互行为的感官。当符号被内在化时，就不再需要眼睛、耳朵或双手了。那些可操作的对象以及不再是物质的符号完全变得抽象和理想化。抽象这一概念对于去除符号的物质属性是必要的，可使符号游离于某些特定的物质实体。将逻辑和数学视为“抽象的”看法忽视了它们作为人类活动的核心本质，它以允许进入认知心灵之地的方式而将其弱化。在环境中物质符号的物理性已被计算机的物理(因果)关系所代替，因此，当承认物质一符号一系统假设的物理性后，它将通过断言物理因素是一个补充的细节而被认为不相关。该观点可能也有助于解释认知科学在真实人类系统中通常所表现出的对研究执行的漠然态度。 366

观察经典观点的支持者如何看待计算人工物的操作。这里派赖士(1989:56)建构了一个符号操作的例子，即数字编码：

> 如果你能以合适的方式安排计算机进行系统转化，该转化就可与有效的数学运算对应，如加法或乘法。设想一下算盘，算珠的形式就表征了数字。人们通过这些算珠模式的转换，以前后对照的语义解释对应于有用的数学功能的方式而学习规则。但算珠自身并不具有本质的数学规律，只有移动算珠的规则。使规则对于数学计算有用的是，我们对算珠形式或者句法形式与数学对象（如数字）之间的连续相应关系有所确定。

上述描述并未使用双手和眼睛。仅仅是珠算模式的形式属性。派赖士使用算盘的例子说明了符号的操作如何产生计算。他对这个文化人工物的力量作了一个非常准确的阐释。而对于人们所做或所学、“所知”或运用规则的意义并不感兴趣。然而，他对人们操作下的物理珠算系统的性质产生了兴趣。对作为社会文化系统的计算属性的描述很全面，但把这作为关于个体之内的认知过程则重犯了混淆社会文化系统属性与个体属性的错误。这种错误很容易再犯。在通俗心理学中我们一直这样。但当人们真的小心367 翼翼地谈论认知时，就必须认真地区分在操作符号时所面对的任务以及由符号操作所完成的任务。

这样做的失败已导致对认知任务的偏见。启发研究式的问题解决被视为认知活动的表征。这是一种特制的产生符号混乱的仪器。认知的定义来自于世界的交互行为中。游戏和难题上的研究已经产生了一些有趣的洞察，但结果可能具有有限的普遍性。实验室研究的典型任务的选择就是一个新颖的例子，它通常被认为是有挑战性或有难度的主题。安德雷德（1989）把典型的实验认知任务比作运动能力的技艺。如果想了解走路，去研究人们跳得有多高可不是最佳途径。这种任务也不能以其他意义表征。思想的物质方式的进化是详细的文化任务的重要组成部分。它接受一个可以容易看到答案的任务，否则重新编译以及重新表征就很困难。该物质方式的发展有意阻止了令人困惑的任务，因为如果允许这种发展将会阻碍难题的困惑之处。困惑因为具有挑战性而保存在文化中。如果执行上有问题，我们将学习通过消除挑战的方式重新表征。当然这也将转移它们作为困惑的价值。重要的是，这个任务在实验室思想研究中是“典型”的，是与一个更大的文化系统的认知过程相隔离的文化实质的重要种类。这使任务特别难以通过人类认知而得到表征。

爱德华·加德纳（Howard Gardner，1985）对认知科学甚为宽容，他谈及尽管人人都相信认知科学的重要性，也知道其使问题变得非常复杂，但早期

的认知科学对情感、情境、文化和历史并不重视。在加德纳看来，程序的开始需要一个简单的认知模型。因此该领域直到提出一个很好的关于个体如何独立工作的模型时，才开始考虑情绪、文化、情境和历史。他们希望这些内容可以晚一点再被加入。我认为这是一种对历史仁慈的解读。我知道为什么有一些强迫性的理由使人相信是其所是，而不关注人工智能正在产生“聋、哑、盲、截瘫的代理”（Bobrow，1991）以作为人类认知的模型时发生了错误。 368

纽厄尔等（1989）看上去真正地被这一事实迷惑，即没有人能成功地把情感整合进他们所建立的认知系统。然而该失败完全可以从作为认知的符号操作模式的建构基础的假设中得到预测。所采用的认知系统模型仅仅遗漏了人。认知模式恰恰来自系统的一部分，该部分是物质的而非个体的。该潜在的认知理论内没有情感的整合，因为文化系统的部分是排斥情感的物理符号系统的基础。认知与行动的整合仍将很困难，因为中心假设通过定义分离认知与行动。历史、情境和文化总被视为该系统的附加物，而非认知过程的一部分，因为它们在定义上位于认知系统的边界之外。

物质一符号一系统假说的支持者显然考虑到这样一个世界的存在，其中行动得以发生并且他们试图对此加以重视。看看纽厄尔和西蒙开创性的《人类问题的解决》一书（1972）中的段落：

> 对我们的理论，外延记忆的规范可为问题解决者所利用绝对重要。这些记忆必须以与我们用于内部记忆一样的参数进行分类：符号能力、接受特性，以及读写时间。被信息处理系统所采用的问题解决程序将取决于它的“建立”内在 STM 和 LTM 的属性[短时记忆和长时记忆]。
>
> 从功能视角出发，短时记忆不应被界定为内在的记忆，而应该作为(1)内在短时记忆和(2)显示主体视网膜映像的视觉部分……
>
> 总而言之，虽然我们几乎没有独立的数据适合于精确地界定外部记忆如何能增加短时记忆，但是这两个成分确实出现并形成单一的功能单元，直到与问题解决的信息一处理系统的详细规范相关。 369

这是问题解决的良好开始。但是我认为，公平地说，在《人类问题的解决》一书出版以来的20年内，在问题一解决环境中使用物质结构并非物质一符号一系统研究议程的中心话题。在该传统内，一些最近的工作开始考虑“外部世界”（拉金（Larkin），1989；维拉（Vera）和西蒙，1993），但是他们仅仅把世界视为外部记忆，应用的操作与内部记忆所运用的相同。世界中的结

构远远多于记忆中的。文化结构的使用常常不仅包括有更多记忆的相同过程，还包括不同的过程。对内在结构的过度归因源于对内外部协调的忽略。仍然存在的问题是，在这些系统中世界交互行为的本质由符号结构的假设决定，这需要在内在、认知世界和外部世界的感知和行为之间的鸿沟上架起一座桥梁。

这些他们自身的批判并不足以拒斥人类是符号处理系统这一观念。纽厄尔和西蒙(1990)明智地承认了物质一符号一系统假设只是一个假设，而认知中符号过程的角色则是一个经验问题。用人类认知架构是符号处理来解释人类的大多数解决问题的行为被证明是可能的。这是一个假定。许多可读的数据都难以驳斥它。然而，这个假定的背景颇为可疑。没有似是而非的生物学的或进化的事实来说明认知架构如何成为符号。我们必须区分认知结构是符号这一主张和人类是符号结构的处理器的主张。后者无可怀疑，而前者并非如此。我很愿意表明联系到作为社会文化系统的参与者，我们如何成为符号处理器，而非假定是一个信念行为。但是符号过程的起源并没有以这种方式开展，因为他们迷失于计算机产生于人类图式这一创造神话。

370 逐渐地，物质一符号一系统假设只是一个并不合适的视角，它是一个赌注或者猜测，基于近似于宗教的信念，即数学的柏拉图式的地位和作为外部真理的正式系统，而并非人类活动的历史产物。这是一个古老的争论，位于认知科学发展的裂痕中心，该裂痕指有些人认为物质一符号一系统的研究还有更多的内容需要学习，也有些人认为它已穷途末路(见《认知科学》1993年1月一3月特刊)。通过提倡这种选择性观点，我支持可能会被称为认知的“长期”观点——在形式系统上基于世俗的视角，与由符号论者所提出的类似一宗教“宇宙真理”相反。

认知成为非具身的原因很清楚地源于符号活动的历史。解决方法的一个重要组成部分就是使认知重新具身化，包括符号处理的认知。

我相信人类事实上处理的是符号的内在表征，但我不相信符号操作是认知架构。历史来看，我们简单地认为符号处理是内在的，因为我们把计算机视为我们的思想模型。人类(以及我怀疑大部分其他动物)善于在其环境中察觉规则并且建构出与这些规则相协调的内在过程。人类，超越其他任何物种，把时间用于产生一个个的符号结构。我们非常善于协调彼此所提出的符号结构模式中的规则。正如在第7章所描写，作为符号物质交互行为的结果的内部结构可被视为符号的表征。个别地讲，似乎是在世界上先有了符号，随后才出现于头脑中。

## 9.3 荒野认知的研究

认知科学的许多基本问题都是我们忽略荒野认知的本质的结果。许多我们关于认知的所知都习于实验室实验。的确，许多事情仅仅能在高度控制的实验中学习。但是几乎没有人知道在实验室能力以内的认知与其他文化组成环境的认知之间的关系。因此，工作的第一部分是描述性的事业。我称该认知任务世界的描述为“认知民族志”。人们可能认为认知民族志将会使这类工作处于中心。实际并非如此。认知的荒野研究很困难，并且结论并不确定。 371

认知系统正如本书所描述的，存在于我们生活的方方面面。不幸的是，荒野认知的人类研究颇为鲜有。(Beach,1988;Frake,1985;Gladwin,1970;Goodwin,1993;Goodwin and Goodwin,1992 and 1995;Latour,1986;Lave,988;Lave et al.,1984;Ochs et al.,in press;Scribner,1984;Suchman,1987;Theureau,1990,只是对这一趋势的孤独的期望。)我们确信我们的日常生活就是此类系统，然而此类现象已陷入了人类学和心理学这些已建立学科的裂缝中，并开始被认知科学的基本假设所排斥。本书则试图描绘认知系统的自然历史。

认知民族志对认知科学的有益之处在于精炼了人类认知系统的功能规范。心智用于什么？我们在多大程度上可以确定日常任务的本质的直觉是正确的？这是常识的一部分，我们知道那些任务是什么，因为我们是人类并且每日从事其中。但我认为这不正确。尽管存在我们每天都从事认知活动这一事实，但是当仔细研究荒野中的认知时，我们关于认知执行的民间和专业模型却与此并不匹配。我已试图说明荒野认知的研究可能揭示了一种不同类型的任务世界，其允许人们处理其心智时具有不同的概念。

认知科学诞生于反行为主义的反作用中。行为主义主张内在精神结构不相关或不存在的——即行为的研究可以完全由行为本身的客观特性所引导。认知科学的反作用并非简单地认为内在精神世界也重要，它的主要领域是研究在很大程度上独立于外部世界的内部精神环境。与世界的交互作用被还原为读和写的操作，产生于广泛的过程活动的两端。这很好地满足了计算机隐喻，但它使产生思考的环境组织看上去更加不相关。行为主义和认知主义都必定是错误的。

## 9.4　文化过程交叉中的认知

372　图 9.1 描述的立方体代表了导航实践的任何时刻(或者,事实上是任何人类活动的任何时刻)。穿过立方体的箭头代表了三个发展顺序,每个实践的时刻都是同时的一个部分。我已经在该单一图表中采用了一些简单的惯例以获得情境的几个方面。箭头的厚度表征了在那个维度的元素间交互作用的密度。来自立方体的箭轴长度代表了在该维度状态改变的速度。深入立方体的箭尾长度代表了给定维度的活动的相关历史的持续时间。

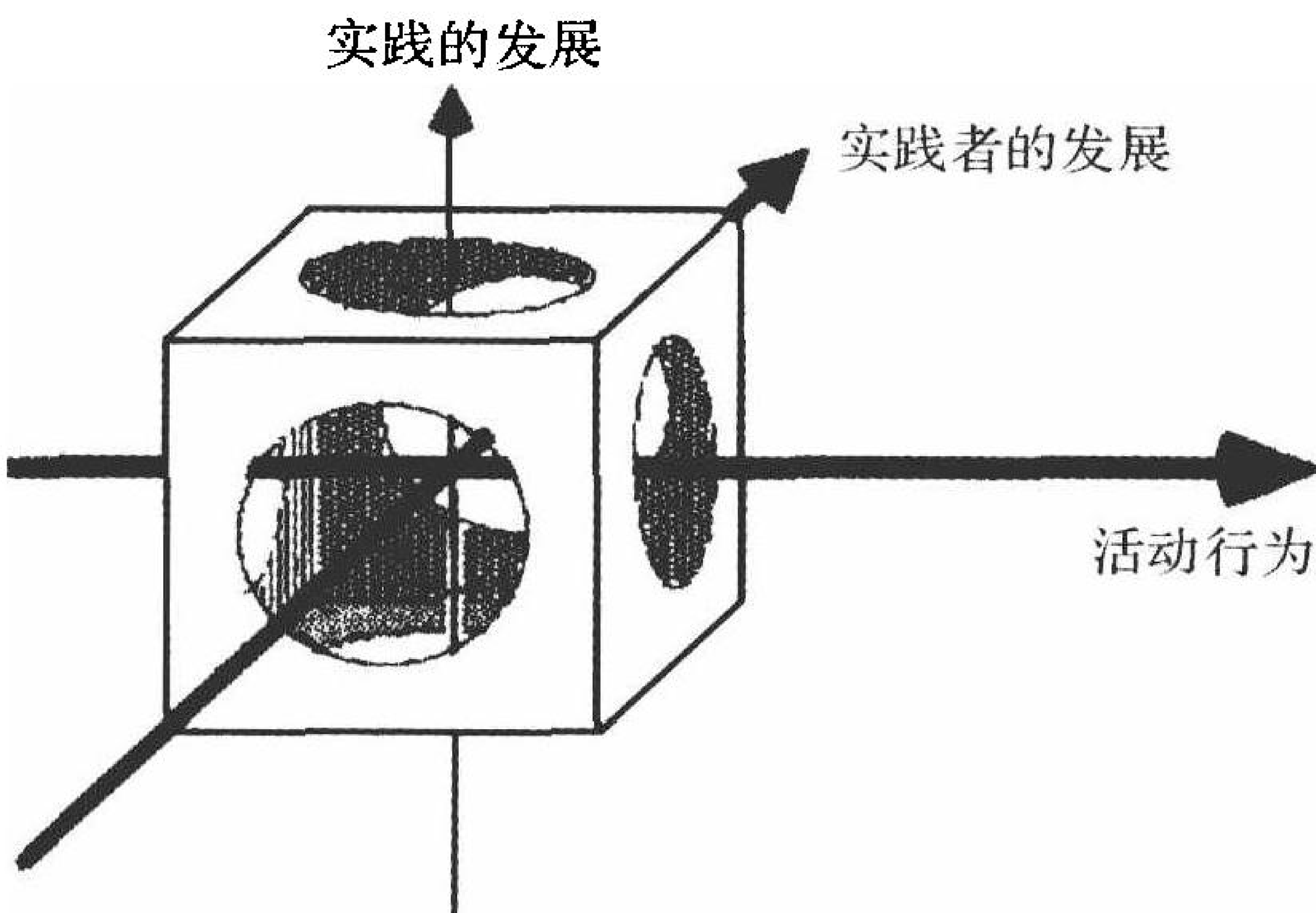



图 9.1　人类实践的一个时刻

记住这些事情以相同行为同时发生很有必要。我看到的是,整个人类在文化构成的行为中已经得到复原。

活动行为由协调表征媒介的功能系统操作而运行。表征媒介可能内在373 或外在于所包含的个人。这些功能系统通过媒介传递表征状态。在描述正在进行的导航任务时,有可能要识别一些认知系统,有些认知系统包含着其他的系统。人们可能关注的是内在于个体的过程,以及个体与一套工具的协调(第 3 章),或者一组个体彼此之间以及工具间的交互行为(第 4 章)。每个系统都产生了可以确认的认知属性,而且每个例子中系统的认知属性的解释都涉及转化状态使其内在于系统的过程(第 5 章)。系统中有结构的表征媒介与活动行为交互作用,每个在操作环境中使用的媒介都与其他媒介有关联。如图 9.1 所示,行为活动本身也具有相对较短的历史。例如,进入海港包括几个小时的准备工作以及一个小时的完成时间。该维度的变化很快,并且任务执行的要素彼此的交互行为相对强烈。活动行为创造了任务

结束后仍然保持不变的表征结构的要素。这些要素——导航日志、笔在海图上做的标记、军需官对事情的记忆——都是过程的运行残留物。

在这一适应性系统中，媒介可能被某些特定的包括活动行为的过程所改变。导航团队的操作为参加者形成结构性的经验，这也包括个人学习的机会(第 6 章)。作为参加任务执行的结果，军需官需要获得内部组织来允许他们与环境结构相协调。通过这种方式，学习可被视为组织通过适应性系统的传播(第 7 章)。实践者自身的发展还需要几年的时间。在职业生涯中，军需官逐渐获取了在工作执行中加以实践的技能。军需官给工作带来的内部媒介的组织变化比媒介所支持的状态的变化慢。例如，与进行定位相比，学习定位所花费的时间更多。但是既然在该背景中大部分学习发生在工作中，因此内部媒介的变化允许它们与发生于同一过程的外部媒介相协调，这 374 也将使媒介彼此协调。军需官技能的变化和知识的生产就是这一过程的精神残余物。

导航工作的背景包括对于经常遇到的问题的部分解决方案，它们随时间产生，在职业和该工作的社会组织中作为物质和概念的工具被确定和保存下来。实践的发展经历了几个世纪(第 2 章)。使行动执行和产生导航团队个体参与者发生变化的相似过程也在导航背景的社会、物质、和概念层面产生了变化。第 8 章给出的例子说明了在一个新的概念以及其共享的词汇标签的交互行为中的创造(“总数”就是真实方位计算的模块形式)。这一组成了导航背景的文化因素的微观起源在实践细节中处处可见。

所有这些都在荒野认知中同时发生着。在这个意义上，认知本质上就是一种文化过程。

# 参考文献


Alexander, C. 1964. *Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press.

Anderson, J. 1983. *Architecture of Cognition*. Harvard University Press.

Asimov, I. 1982. *Foundation's Edge*. Ballantine.

Aveni, A. F. 1981. *Tropical archeoastronomy*. Science 213(4504): 161-170.

Bateson, G. 1972. *Steps to an Ecology of Mind*. Ballantine.

Beach, K. 1988. The role of external mnemonic symbols in acquiring an occupation. In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, and R. N. Sykes(eds.). *Practical Aspects of Memory: Current Research and Issues*, volume 1. Wiley.

Bearden, B., and Wedertz, B. 1978. *The Bluejacket's Manual (twentieth edition)*. U. S. Naval Institute.

Benedict, R. 1946. *The Chrysanthemum and the Sword*. Meridian.

Bobrow, D. 1991. Dimensions of interaction. *AAAI Magazine*, fall: 64-80.

Boster, J. S. 1985. Requiem for the omniscient informant: There's life in the old girl yet. In J. Dougherty(ed.). *Directions in Cognitive Anthropology*. University of Illinois Press.

Boster, J. S. 1990. The information economy model applied to biological similarity judgement. In L. Resnick, J. Levine, and S. Teasley(eds.). *Perspectives on Socially Shared Cognition*. APA Press.

Bowditch, N, 1977. *American Practical Navigator (An Epitome of Navigation)*. U. S. Defense Mapping Agency Hydrographic Center.

Buckhout, R. 1982. Eyewitness testimony. In U. Neisser (ed.). *Memory Observed; Remembering in Natural Contexts*. Freeman.

Chandler, A. 1966. *Strategy and Structure*. Harvard University Press.

Chandrasekaran, B. 1981. Natural and social system metaphors for distributed problem solving: Introduction to the issue. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics* 11: 1-5.

Cole, M. , and Griffin, P. 1980. Cultural amplifiers reconsidered. In D. R. Olson(ed. ). *The Social Foundations of Language and Thought*. Norton.

Cotter, C. 1983a. A brief historical survery of British navigation manuals. *Journal of Navigation* 36(2):237-248.

Cotter, C. 1983b. A brief history of sailing directions. *Journal of Navigation* 36(2): 249-261.

Cutler, A. , and McShane, R. 1975. *Trachtenberg Speed Mathematics Self-Taught*. Doubleday.

Cyert, R. M. , and March, J. G. 1963. *A Behavioral Theory of the Film*. Prentice-Hall.

D'Andrade, R. G. 1981. The culture part of cognition. *Cognitive Science* 5:179-195.

D'Andrade, R. G. 1989. Cultural cognition. In M. Posner(ed). *Foundations of Congnitive Science*. MIT Press.

Dawkins, R. 1986. *The Blind Watchmaker*. Norton.

Dennett, D. C. 1991. *Consciousness Explained*. Little, Brown.

Dreyfus, H, L. 1992. *What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason* (second edition). MIT Press.

Feldman, M. S. 1989. *Order without Design*. University of California Press.

Finney, B. R. 1979. *Hokulea: The Way to Tahiti*. Dodd, Mead.

Finney, B. R. 1991. Myth, experiment, and the reinvention of Polynesian voyaging. *American Anthropologist* 93(2):383-404.

Fleck, L. 1935. *The Genesis and Development of a Scientific Fact*. University of Chicago press. 1979.

Frake, C. 1985. Cognitive maps of time and tide among medieval seafarers. *Man* 20: 254-270.

Fuson, R. H. 1987. *The Log of Christopher Columbus*. International Marine.

Gardner, H. 1985. *The Mind's New Science*. Basic Books.

Geertz, C. 1983. *Local Knowledge: Further Essays in Interpretive Anthropology*. Basic Books.

Gelman, R. , and Gallistal. C. R. 1978. *The Child's Understanding of Number*. Harvard University Press.

Gentner, D. , and Grudin, J. 1985. The evolution of mental metaphors in psychology: A ninety-year retrospective. *American Psychologist* 40:181-192.

Gladwin, T. 1970. *East is a Big Bird*. Harvard University Press.

Goodenough, W. 1953. *Native Astronomy in the Central Carolines*. University of Pennsylvania.

Goodenough, W. 1957. Cultural anthropology and linguistics. In Report of the Seventh Annual Round Table Meeting in Linguistics and Language Study (Language and Linguistics monograph 9), Georgetown University.

Goodwin,C. 1993. Perception,Technology and Interaction on a Scientific Research Vessel. Reseach Report,University of South Carolina.

Goodwin,C. 1994. Professional Vision. *Amercian Anthropologist* 96(2):606-633.

Goodwin,C. ,and Goodwin,M. H. 1995. Formulating planes:Seeing as situated activity. In D. Middleton and Y. Engestrom(eds.). *Cognition and Communication at Work*. Cambridge University Press.

Goody,J. 1977. *The Domestication of the Savage Mind*. Cambridge University Press.

Grudin,J. 1988. Why CSCW application fail: Problems in the design and-evaluation of organizational interfaces. In Proceedings of the CSCW'88 Conference on Computer-Supported Cooperative Work. Portland,Oregon.

Hastle,R. ,and Kumar,P. 1979. Person memory:Personality traits as organizing principles in memory for behavior. *Journal of Personality and Social Psychology* 37:25-38.

Hewson,J. B. 1983. *A history of the Practice of Navigation (second edition)*. Brown,Son and Ferguson.

Hutchins,E. 1983. Understanding Micronesian navigation. In D. Gentner and A . Stevens (eds.). *Mental Models*. Erlbaum.

Hutchins,E. 1991. The social organization of distributed cognition . In L. Resnick,J. Levine,and Stephanie Teasley(eds.). *Perspectives on Socially Shared Cognition*. APA Press.

Hutchins,E. ,and Hinton,G. E. 1984. Why the islands move. *Perception* 13:629-632.

Hutchins,E. ,Hollan,J. ,and Norman,D. A. 1986. Direct manipulation interfaces. In D. A. Norman and S. Draper(eds.),*User Centered System Design:New Perspectives in Human-Computer Interaction*. Erlbaum.

Ifrah,G. 1987. *From One to Zero: A Universal History of Numbers*. Penguin.

Kann,P. 1978. *Leningrad in Three Days*. Progress.

Kirsh,D,1990. When is information explicitly represented? In P. Hanson(ed.),*Information ,Thought,and Content*. UBC Press.

Kyselka,W. 1987. *An Ocean in Mind*. University of Hawaii Press.

Langacker,R. 1987. *Foundations of Cognitive Grammar*, volume 1. Stanford University Press.

Lantz,D. ,and Stefflre,V. 1964. Language and cognition revisited. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 69(5):472-481.

Larkin,J. 1989. Display-based problem solving. In D. Klahr and K,Kotovsky(eds.),*Complex Information Processing: The Impact of Herbert A. Simon*,Erlbaum.

Latour,B. 1986,. Visualization and cognition:Thinking with eyes and hands. *Knowledge and Society*:61-40.

Latour,B. 1987. *Science in Action*. Harvard University Press.

Lave,J. 1988. *Cognition in Practice*. Cambridge University Press.

Lave, J., Murtaugh, M., and de la Rocha, O. 1984. The dialectic of arithmetic in grocery shopping. In B. Rogoff and J. Lave(eds.). *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*. Harvard University Press.

Law, J. 1987. Technology and heterogeneous engineering: The case of the Portuguese expansion. In W. E. Bijker, T. P. Hughes, and T. Pinch (eds.). *The Social Construction of Technological Systems*. MIT Press.

Levinson, S. 1990. Interactional Biases in Human Thinking. Working paper 3, Project Group in Congnitive Anthropology, Max Planck Gesellschaft, Berlin.

Lewis, D. 1972. *We the Navigators*. University of Hawaii Press.

Lewis, D. 1976. A return voyage between Puluwat and Saipan using Micronesian navigational techniques. In B. R. Finney (ed.). *Pacific Navigation and Voyaging*. Polynesian Society.

Lewis, D. 1978. *The Voyaging Stars: Secrets of Pacific Island Navigators*. Norton.

Lord, C., Lepper, M., and Ross, L. 1979. Biased assimilation and attitude polarization: The effects of prior theories on subsequently considered evidence. *Journal of Personality and Social Psychology* 37: 2098-2110.

Maloney, E. 1985. *Dutton's Navigation and Piloting (fourteenth edition)*. Naval Institute Press.

Marr, D. 1982. *Vision: A Computational Investication into the Human Representation and Processing of Visual Information. Freeman.*

Miyake, N. 1986. Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science* 10(2): 151-177.

National Maritime Museum. 1976. *The Planispheric Astrolabe*. Her Majesty's Stationery Office.

Neisser, U. 1976. *Cognition and Reality*. Freeman.

Nelson, R., and Winter, S. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.

Newell, A. 1973. You can't play 20 questions with nature and win. In W. G. Chase (ed.). *Visual Information Processing*. Academic Press.

Newell, A., and Simon, H. A. 1972. *Human Problem Solving*. Prentice-Hall.

Newell, A., and Simon, H. A. 1990. Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. In J. L. Garfield(ed.). *Foundations of Cognitive Science: The Essential Readings*. Paragon House.

Newell, A., Rosenbloom, P. S., and Laird, J. E. 1989. Symbolic architectures for cognition. In M. Posner(ed.). *Foundations of Cognitive Science*. MIT Press.

Nickerson, R., and Adams, M. J. 1979. Long term memory for a common object. *Cognitive Psychology* 11: 287-307.

Norman, D. A. 1981. Categorization of action slips. *Psychological Review* 88: 1-15.

Norman, D. A. 1983. Design rules based on analyses of human error. *Communications of the Association of Computing Machinery* 4:254-258.

Norman, D. A. 1986. Cognitive engineering. In D. A. Norman and S. Draper(eds.). *User Centered System Design: New Perspectives in Human-Computer Interaction*. Erlbaum.

Norman, D. A. 1987. *The Psychology of Everyday Things*. Badic Books.

Norman, D. A. 1991. Approaches to the study of intelligence. *Artificial Intelligence* 47(1—3):327-346.

Norman, D. A. 1993. *Things That Make Us Smart*. Addison-Wesley.

Ochs, E., Jacoby, S., and Gonzalez, P. 1994. Interpretive journey: How physicists talk and travel through graphic space. *Configurations* 2(1):151-171.

Perrow, C. 1984. *Normal Accidents*. Basic Books.

Pollatesk, A., and Rayner, K. 1989. Reading. In M. Posner(ed.). *Foundations of Cognitive Science*. MIT Press.

Pylyshyn, Z. W. 1989. Computing in cognitive science. In M. Posner(ed.). *Foundations of Cognitive Science*. MIT Press.

Reisberg, D. 1987. External representations and the advantages of externalizing one's thoughts. In Program of Ninth Annual Conference, *Cognitive Science Society*.

Riesenberg, S. 1972. The organization of navigational knowledge on Puluwat. *Journal of the Polynesian Society* 1(81):19-55.

Robert, J. 1964. The self-management of culture. In W. Goodenough(ed.). *Explorations in Cultural Anthropology*: Essays in Honor of Gearge Peter Murdock. McGraw-Hill.

Romney, A. K., Weller, S. C., and Bathchelder, W. H. 1986. Culture as consensus: A theory of culture and informant accuracy. *American Anthropologist* 88 (2):313-338.

Rumelhart, D. E., Smolensky, P., McClelland, J. L, and Hinton, G. E. 1986. Schemata, and sequential thought processes in PDP models. In J. L. McClelland, D. E. Rumelhart, and the PDP Research Group(eds.). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*, volume 2. MIT Press.

Sahlins, M. 1976. *Culture and Practical Reason*. University of Chicago Press.

Sarfert, E. 1911. Zur kenntnis der schiffahrtskunde der Karoliner. *Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie*. Ethnologie und Urgeschichte 42:131-136.

Schück, A. 1882. Die astronomischen, geographischen und nautischen kennitnisse der Derwohoner der Karolinen und Marshall Inseln im Westlichen Grossen Ozean. *Aus Allen Welttheilen* 13 :51-57, 242-243.

Schwartz, T. 1978. The size and shape of a culture. In F. Barth(ad.). *Scale and Social Organization*. Universitetsforlaget(Oslo).

Scribner, S. 1984, Studying working intellingence. In B, Rogoff and J. Lave(ads.). *Everday Cognition: Its Development in Social Context*. Harvard University Press.

Searle, J. R. 1990. Is the brain's mind a compute program? *Scientific Amercian* 262(1):26-31.

Segal, L. 1990. Effects of cockpit design on crew communication. In Eitor. *Contemporary Ergonomics*. Taylor and Francis.

Simon, H. A. 1981. *The Sciences of the Artificial* (second edition). MIT Press.

Simon, H. A., and Kaplan, C. A. 1989. Foundations of cognitive science. In M. Posner (ed.). *Foundations of Cognitive Science*. MIT Press.

Suchman, L. 1987. *Plans and situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press.

Swade, D. D. 1993. Redeeming Charles Babbage's mechanical computer. *Scientific American* 268(2): 86-91.

Taylor, E. G. R. 1971. *The Haven Finding Art*. American Elsevier.

Taylor, F. J. 1984. Residue Arithmetic: A tutorial with examples. *IEEE Computer*.

Theureau, J. 1990. Introduction a l'etude du cours d'action: Un programme de recherche en ergonomie st antropologie cognitivve. Laboratoire Communication et Travail, Université Paris-Nord.

Tweney, R., Doherty, M., and Mynatt, C. 1981. *ON Scientific Thinking*. Columbia University Press.

Tylor, E. B. 1871. *Primitive Culture*. Murray.

Vera, J., and Simon, H. 1993. Situated action: A symbolic interpretation. *Congnitive Science* 17(1): 7-48.

Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Wason, P. 1968. Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 20: 273-281.

Wason, P., and Johnson-Laird, P. 1972. *Psychology of Reasoning: Structure and Content*. Batsford.

Waters, D. 1976. Science and the Techniques of Navigation in the Renaissance. Maritime Monographs and Reports, National Maritime Museum, London.

Weick, K. E. 1979. *Social Psychology of Organizing*. Addison-Wesley.

Wertsch, James, V. 1985. Vygotsky *and the Social Formation of Mind*. Harvard University Press.

Wickens, C., and Flach, J. 1988. Information processing. In E. Wiener and D. Nagel (eds.). *Human Factors in Aviation*. Academic Press.

Zhang, J. 1992. Distributed Representation: The Interaction between Internal and External Information. Technical report 9201, Department of Cognitive Science, University of California, San Diego.

# 索 引

**F**



**G**



**H**



**I**

N



P



R



S

# 译后记

**全子观念**

1967年，凯斯特勒(Arthur Koestler)在《机器中的幽灵》(*The Ghost in the Machine*)一书中构造了"全子"(holon)这个术语。"holon"一词是希腊词语"holos"(意指整体)与后缀"on"(正如在词语"proton"或"neutron"一样，"on"的意思是粒子或部分)的组合。因此，"holon"就是指整体－部分(whole-part)。凯斯特勒用这个术语概括了人们对事物(thing)存在方式的范畴化(categorization)：事物总是以"整体－部分"的方式存在，即一个事物既是一个由部分构成的自身完整的整体，同时又是了一个更大自身完整的整体的部分。尽管人们很容易从某个整体中区分出其中存在的部分，譬如，可以很容易从人体上区分出头和躯体，从头上又能很容易区分出眼、耳、鼻、脸、嘴等，如此等等。然而不论人们如何范畴化事物，任何被某一范畴所"圈定"的事物在绝对的意义上都不可能只是整体或只是部分。因此，存在的单元既不是单纯整体也不是单纯的部分，而是"整体－部分"的全子。

全子的观念并不深奥，正如凯斯特勒在书中写的"这个概念有一个古老而值得尊敬的谱系"，在人类文明所有的古代思想中都可以找到，但正是这个简洁的概念却深刻捕捉和刻画了事物存在方式的一个特定方面。

威尔伯(Ken Wilber)在凯斯特勒等人思想的基础上在《性、生态、精神性》(*Sex*, *Ecology*, *Spirituality*)一书中系统地提出了一个以全子观念为核心的层级演化的世界观，他将之概括为"二十条全子原则"(Twenty Holonic Tenets)。这里让我们对这些原则作一个速览：

1. 实在不是由整体组成，也不存在单纯的部分，实在的存在方式是全子，即"整体－部分"，或"整体兼部分"。全子是人们理解事物本性所必需的

分析单元。

2. 全子表现出四种基本能力，即自存(self-preservation)、自适应(self-adaptation)、自超越(self-transcendence)和自分解(self-dissolution)。这四种基本力的含义是：(1)自存，所有的全子都试图保持它的个性、整体性和自主性(agency)。(2)自适应，全子不仅作为一个自我保存的“整体”，而且它是了一个更大整体的部分，作为“部分”它必须联系和适应其他全子。(3)自超越(或自转变)，简单地说就是涌现，举例言之，当一个氧原子和两个氢原子聚合在一起时，在某种意义上一个前所未有的、新的全子出现了——即水分子；自超越是某一层次事物向更高层次事物转变的内在能力。(4)自分解，是指合成的全子也会分解，它与自超越恰好处在相反的“方向”上。

3. 涌现。全子在自超越能力的活动中，会涌现出新层次的全子。

4. 层级性(holarchy)。全子是以层级的方式涌现的。正是通过涌现这一还不完全为人所知的机制，演化出一系列层次的全子，譬如，亚原子粒子、原子、分子、分子聚合物、细胞、人，等等。

5. 超越但包含。每一个新涌现的全子都超越但包含它的前身全子，但呈现出它自身新的、明确的模式和整体性。

6. 双向作用。较低全子确定了较高全子的可能性，较高全子确定了较低全子的随机性。这表明在一个全子中整体一部分之间的互惠(reciprocal)作用关系。

7. 全子的深度。某一个层级全子包含的层级的数量表现为它的“深度”；而任一给定全子层级的全子的数量则成为该全子层级的“广度”。

8. 深度/广度的反比关系。一个较高的全子层级，其深度会较深，而广度会较小。

9. 不管哪一层级的全子瓦解或崩溃，那么其之上层级的全子也会瓦解，而其下层级的全子仍保持完整。简单地说，没有原子，则分子也不可能存在；但没有分子，原子却可以继续存在。

10. 共演化。全子层级是共同演化的。也就是说，演化的单元不是孤立的部分(譬如，个体的动物)，而且包含与之不可分离的环境，因此演化的单元是整体一部分。整体一部分是共演化的。

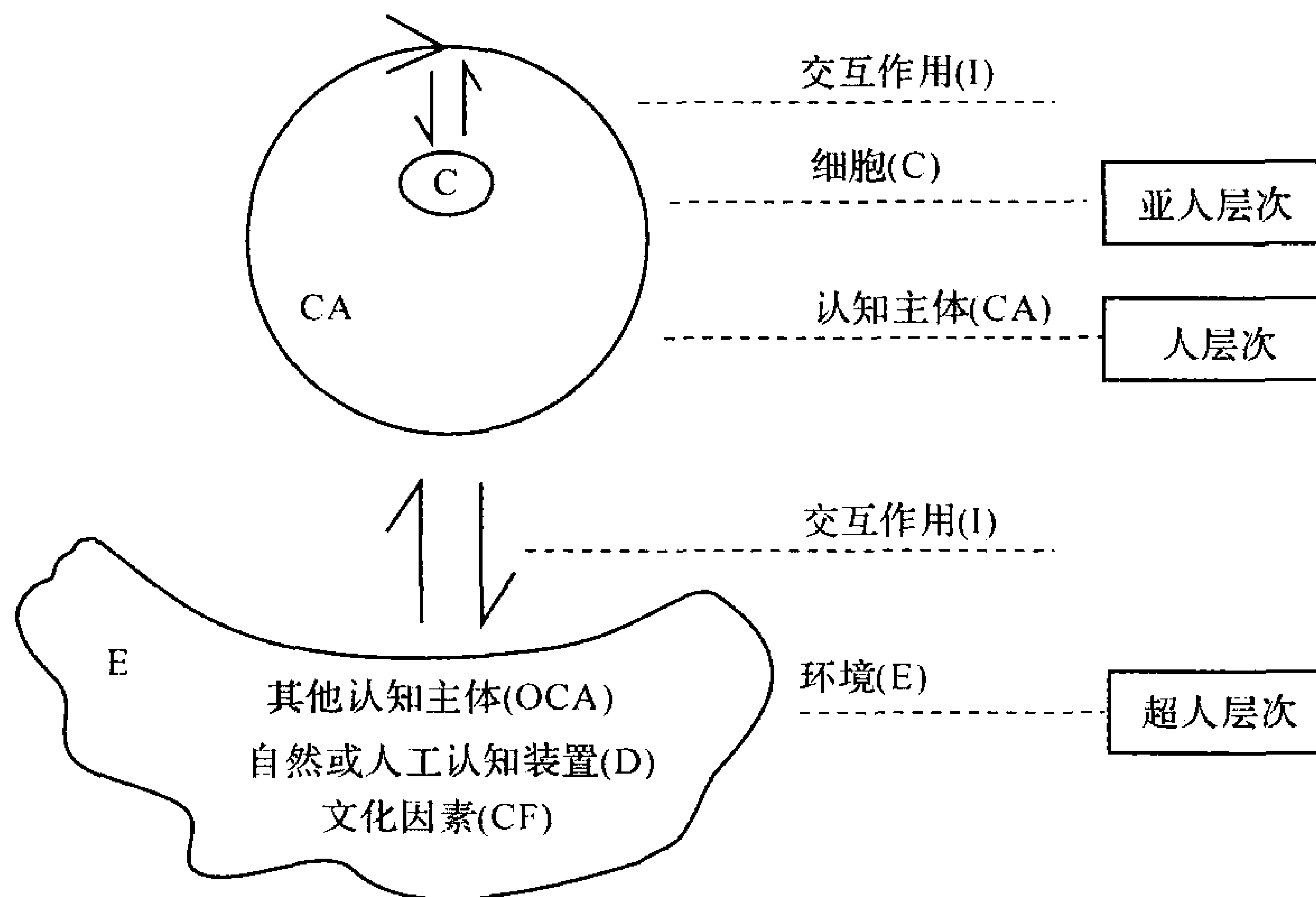
11. 微观在其深度的各个层面上都与宏观进行着相互交换。

12. 演化的方向性。演化是有方向性的，这就是“时间之矢”的含义。演化方向性的内容包括：(1)全子层级复杂性的增长；(2)分化/整合的增长；(3)“组织化/结构化”的增加；(4)相对自主性的增加；(5)目的性的增加。

### 认知主体的存在论图式

凯斯特勒的全子观念和威尔伯的全子原则勾画出了一个关于事物存在

方式的概念框架，其核心概念是：全子（整体一部分）、层次、相互作用和演化。借助这个概念框架，我们也可用来分析认知主体（cognitive agent）的存在论状况。一个简单的示意见下图。




认知主体的存在论图式

在对于如上的认知主体的存在论图式作进一步分析之前，我们有必要申明这样一个观念：我们关于认知和心智的最初认识和知识来自“人（personal）层次”上的认知主体的体验（experience）。因此，在认识论上人层次是首要的（primary）。基于全子的观念，处于人层次的认知主体对于“亚人（sub-personal）层次”而言是整体，而对于“超人（super-personal）层次”而言则又是部分。因此，对认知和心智的全面理解必然涉及三个层次：(1)首要的“人层次”；(2)向内的“亚人层次”；(3)向外的“超人层次”。我们认为，当代纷繁的认知科学研究都可以这三个层次上或跨层次间找到定位。

第一，“人层次”之所以被视为首要的，是因为我们用以理解认知和心智的一些最初的和基本的范畴，如意向性、感知、行为、记忆、情绪、感受、语言、思想、想象、意识、意志、直觉、顿悟等，皆是由这个层次的人的体验所显示。活跃于这个层次的方法包括一般的内省、语言一逻辑分析、现象学的反思、东方的冥想传统以及基于语言的认知分析等。

第二，在解释人层次的种种心智现象时，至今出现了两个基本模型：一是视认知主体为计算机的表征计算模型；二是从人的生物本性——认知主体是一个生命有机体（living being）——来解析各种心智现象的生物模型，或具身性（embodiment）模型。这两个模型的中心工作集中于亚人层次的机

制(mechanism)研究，即解释现象层次的各种心智现象是如何通过亚人层次的活动实现的。

第三，在“超人层次”上，我们可以看见这样一些认知观念，如情境认知(situated cognition)、动力系统理论、延展认知(extended cognition)、分布式认知(distributed cognition)等。超人层次的研究关注与认知主体交互作用(interaction)的诸因素(其他认知主体(other cognitive agents，OCA)、自然或人工认知装置(device，D)、文化因素(cultural factors，CF))的认知地位和价值。超人层次旨在从一个认知主体包含于内的认知系统的尺度来理解认知过程和知识形成，因此认知的分析单元不再是单个的认知主体，而是一个认知系统。

**哈钦斯与分布式认知观**

我们之所以要对认知主体的存在论图式作一个简要分析，其目的在于展示一个理解当代认知研究状况的素描，而透过这个素描我们希望从中看出由埃德温·哈钦斯(Edwin Hutchins)所发展的分布式认知在当代整个认知研究图景中的价值和意义。

在称之为范式或认知观的各类认知和心智研究中，哈钦斯的工作为当代认知系统研究提供了一个独特而重要的分析。他以人类学的介入式田野调查作为基本方法，于美国海军军舰上开展了长期的实地研究，通过对海军军舰在靠港、航行，以及出现紧急状况时的导航活动的观察，阐释了在完成一个导航任务时“自然生活环境中的人类认知——即自然产生的文化构成的人类活动”。

我们认为，关于认知，哈钦斯的分布式认知观提出了如下基本思想：

1. 系统。认知发生在一个由多认知主体和认知装置构成的系统中。哈钦斯认为，系统情境不是一组环境条件固定不变的集合，而是更广的动态过程，个体认知不过是该过程的一部分；环境的特性在认知的过程和结果中的价值和作用并不仅仅作为启动认知的刺激物；此外，与系统涌现属性的思想一致，他还认为，社会分布的认知系统本身具有有趣的认知属性，因依赖于特定的组织和文化，因此系统肯定具备不能从系统中个体属性的知识来预测的认知属性。

2. “荒野”和社会文化。尽管与超人层次的认知进路一样，分布式认知也特别强调认知的分析单元不应囿于个体的边界，但它与那些进路的区别性和独特性在于它所分析的认知系统是一个内含社会文化影响的发生在“荒野”中的认知系统。哈钦斯说，“人类的认知与所有其他动物的认知不同的一个首要原因在于，它内在地是一个文化现象”。同时，他也说，“他们向

谁报告以及如何报告取决于这些社会组织因素”。

3. 认知的目的性。哈钦斯认为，人的认知是有目的性的，人的认知是为了适应自然环境。关于认知，一个同样需要回答的问题是“人类使用他们的认识能力是为了什么？在日常世界中，他们面临着何种任务？我们应该在哪里寻找对人类认知成就的解释?”因此，在哈钦斯那里，认知是与动机、目的等相关范畴联系在一起。人的认知是围绕意义来自组织的，在哈钦斯的案例中系统的认知目的在于导航任务的实现。

导航活动就是利用人工表征物来组织起社会结构和社会关系，在导航活动的各个步骤中，没有个体可以独自完成认知目标要求的所有任务，因此不可否认这是一个协作的系统过程。哈钦斯指出，人类通过创造得以实践认知能力的环境来创造认知能力。导航活动在如下意义上是一个计算过程：“计算在广义上是指表征状态通过表征媒介的传播”。表征由不同媒介所构成并传播、协调起来，以确定海图上的军舰位置。因此，个体心智和整个导航系统就是计算和认知系统。哈钦斯的研究还表明，在人类认知中，文化和认知并不是分离的。文化决定了认知任务被表征和补充的细节。在导航的背景下，文化因素这一微观起源在实践的具体细节中处处可见，因此文化的主要组成部分是一个认知过程，并且同时认知也是一个文化过程。

当我们说分布式认知是一个“独特而重要的分析”时，我们并没有忽视就全子的观念来说，它所没有顾及的方面和层次。我们认为，分布式认知没有谈到的一个基本方面就是，它没有论及相比于认知装置，认知主体的本性是什么，即认知主体或心智的标志(mark of the mental)是什么，而这一点在同是超人层次的延展认知和延展心智中则是一个必须面对的核心问题。当然，这一点也被哈钦斯本人认识到，“这里我应该注意，在这样做时，除了说无论发生什么都存在一个更大的计算系统部分之外，我没有对发生于个体内部的计算的本质作出任何特别的承诺。”

**译校说明**

2006 年，李恒威在浙江大学语言与认知研究中心(CSLC)的“心智与认知”研究组的定期讨论会上提议翻译本书，提议得到盛晓明教授的赞许，之后本书的一些基本观点在研究组的随后活动中多次被讨论。2007 年，在盛晓明教授的指导下，严密确定了以分布式认知为主题的硕士论文选题，于小涵确定了以“认知系统性的研究”为博士论文选题。基于这样的状况，本书的翻译才正式启动。本书的翻译分工如下：导论、第一、二、六、七、八章由于小涵(浙江大学博士研究生，浙江工商大学副教授)翻译；第三章由金彦(2008 级硕士研究生)翻译；第四章由严密(2007 级硕士研究生)、于小涵翻译；第五

章、致谢、附录由严密翻译；第九章由金彦、于小涵翻译。全书的统译、校对由李恒威（浙江大学哲学系/语言与认知研究中心副教授）、于小涵完成。吴姿娟（2008级硕士研究生）和阮奔奔（2007级硕士研究生）对本书的初译亦有贡献。

本书的翻译和出版得到了多方面的鼓励与支持；浙江大学语言与认知研究中心主任黄华新教授和副主任盛晓明教授对本书的翻译进展一直非常关注；盛晓明教授在本书的译校过程中提出了许多睿智的评论意见，特别是他对“社会结构”与“认知结构”关系的阐发对理解知识生产系统和认知系统的关联研究特别富有启发意义。2010年1—7月，在哈钦斯教授所在的加州大学圣地亚哥分校认知科学系访学期间，于小涵当面向哈钦斯教授就一些翻译困惑做了征询，得到了哈钦斯教授悉心的解说。在此，我们愿向本书的作者哈钦斯教授表达诚挚的敬谢！

本书涉及较多关于航海和导航的专业知识和词汇，在翻译过程也遇到了一些具体的困难。译文中的错误与表达不当，还敬请读者批评指正。

李恒威　于小涵

2010年8月